



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Puchoc Terrel, Edison Christian (ORCID: 0000-0001-6560-5068)

Quintana Garay, Ruth Noemi (ORCID: 0000-0002-8721-8939)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi. Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos en primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor incondicional, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A toda nuestra familia por sus consejos y palabras de aliento y sobretodo estar siempre presentes, acompañándonos, a lo largo de esta etapa de nuestras vidas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos y guiarnos a lo largo de nuestra existencia, a nuestros padres: Tarcila y Florencio, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, y principios que nos han inculcado.

También agradecer a todas las autoridades y personal de la Municipalidad de El Agustino, por confiar en nosotros, abrirnos las puertas y permitirnos realizar el proceso investigativo dentro del vivero N°1 del distrito.

De igual manera agradecer a la Universidad César Vallejo, a la Escuela de Ingeniería ambiental y en especial el sincero agradecimiento al Dr. Fernando Sernaque, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | vi |
| Índice de gráficos y figuras..... | vii |
| Resumen..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 15 |
| 3.1. Tipo de diseño de investigación..... | 15 |
| 3.2. Variables, Operacionalización..... | 16 |
| 3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis | 18 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 21 |
| 3.5 Procedimientos..... | 21 |
| 3.6 Método análisis de datos..... | 22 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 26 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 34 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 37 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 38 |

| | |
|------------------|----|
| REFERENCIAS..... | 38 |
|------------------|----|

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N°1: Parámetros de calidad de compost | 10 |
| Tabla N°2: Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para lechuga según estación de crecimiento del cultivo..... | 12 |
| Tabla N°3: Nivel de disponibilidad de parámetros fisicoquímicos para hortalizas de hojas..... | 13 |
| Tabla N°4: Dosis y repeticiones de los 4 tratamientos..... | 15 |
| Tabla N°5: Variables operacionalización..... | 17 |
| Tabla N°6: Matriz de operacionalización..... | 18 |
| Tabla N°7: Instrumentos de medición..... | 21 |
| Tabla N°8: Materiales para elaborar 200 Kg de bocashi..... | 22 |
| Tabla N°9: Control de temperatura Bocashi..... | 23 |
| Tabla N°10: Elementos para obtener 4 tratamientos de crecimiento de lechuga..... | 24 |
| Tabla N°11: Análisis inicial de fertilidad de suelo..... | 26 |
| Tabla N°12: Comparación de bocashi con calidad de compost..... | 27 |
| Tabla N°13: Indicadores de desarrollo de lechuga (65 días de tratamiento) | 27 |
| Tabla N°14: Comparación de análisis de suelos con estándar de la FAO para hortalizas de hoja..... | 29 |
| Tabla N°15: Análisis estadísticos..... | 34 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N°1: Proceso de elaboración de bocashi | 11 |
| Figura N°2: Área total de cobertura verde de El Agustino..... | 19 |
| Figura N°3: Mapa del estado de conservación de área verde de El Agustino..... | 20 |
| Figura N°4: Gráfico en barra de control de temperatura bocashi..... | 23 |
| Figura N°5: Elementos y porcentajes de sustrato de suelo..... | 23 |
| Figura N°6: Comparación del pH de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 29 |
| Figura N°7: Comparación del porcentaje de materia orgánica de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 30 |
| Figura N°8: Comparación del porcentaje de fósforo de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 30 |
| Figura N°9: Comparación del porcentaje de potasio de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 31 |
| Figura N°10: Comparación del porcentaje de nitrógeno total de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 31 |
| Figura N°11: Comparación del porcentaje de CaCO ₃ de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 32 |
| Figura N°12: Comparación del porcentaje de Al ³⁺ + H ⁺ de los tratamientos con los estándares de la FAO..... | 32 |

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019. Se elaboró el bocashi en el vivero de El Agustino, se usó los residuos de poda de dicho distrito, a fin de valorizar este residuo. Se hizo 4 tratamientos con 5 repeticiones de crecimiento de lechuga, T1 sin abono, T2 con bocashi, T3 con fertilizante foliar nitrogenado, T4 con bocashi (50%) y fertilizante foliar nitrogenado (50%). Los resultados obtenidos de bocashi fueron pH 7,3, potasio 1,31%, fósforo 1,19%, nitrógeno 2,97%, M.O. 33,23%, relación C/N 2,97%. Por otro lado, de acuerdo a los análisis estadísticos el T2 fue el más eficiente de acuerdo a los indicadores de tamaño de raíz, tamaño de hoja, altura de la planta, peso de la planta y en el indicador número de hojas fueron el T2 y T4; en cuanto a la calidad de suelo el tratamiento más equilibrado fue el T2 en todos los indicadores. En conclusión, el uso de bocashi (T2) es más eficiente en la calidad de suelo y desarrollo de la lechuga en comparación con el fertilizante foliar nitrogenado.

PALABRAS CLAVES

Bocashi, fertilizante nitrogenado, calidad de suelo, poda, producción de lechuga.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of two types of fertilizers (bocashi and mineral fertilizer) on soil quality for the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa*), nursery, El Agustino 2019. Bocashi was produced in the nursery of El Agustino, using pruning residues from the district, in order to valorize this waste. There were 4 treatments with 5 replicates of lettuce growth, T1 without fertilizer, T2 with bocashi, T3 with nitrogen foliar fertilizer, T4 with bocashi (50%) and nitrogen foliar fertilizer (50%). The results obtained with bocashi were pH 7.3, potassium 1.31%, phosphorus 1.19%, nitrogen 2.97%, M.O. 33.23%, C/N ratio 2.97%. On the other hand, according to the statistical analysis, T2 was the most efficient according to the indicators of root size, leaf size, plant height, plant weight and in the indicator number of leaves were T2 and T4; as for soil quality, the most balanced treatment was T2 in all indicators. In conclusion, the use of bocashi (T2) is more efficient in soil quality and lettuce development compared to nitrogen foliar fertilizer.

KEY WORDS

Bocashi, nitrogen fertilizer, soil quality, pruning, lettuce production.

I. INTRODUCCIÓN

Todos los distritos cuentan con áreas verdes que brindan bienestar a sus habitantes, esto a su vez requiere un mantenimiento por parte de la municipalidad haciendo uso de equipos que se encargan de su crecimiento adecuado y de su limpieza. Es por ello que cada cierto tiempo se tiene que podar los árboles y parques dando como resultado gran cantidad de residuo vegetal como ramas y hojas.

Así mismo, las disposiciones finales de los residuos de poda se han convertido en una considerable problemática ambiental, debido a la falta de gestión por parte de las municipalidades, generalmente estos residuos van a parar a rellenos sanitarios o botaderos, cuando podrían ser valorizados como abonos orgánicos o biomasa.

Para Bermeo, la generación de residuos es un problema que actualmente se viene dando en el Perú, así como también en diversos países del mundo. (2018, p.13)

En cuanto a la municipalidad de El Agustino cuenta con un total de 429213m² de áreas verdes y se realiza la poda de parques cada semana en un sector diferente obteniendo así aproximadamente 0.9tn de residuos de poda mensual, estos residuos son almacenados en los dos viveros con los que cuenta el distrito.

Así mismo, Herrera menciona que el uso de abonos en cultivos de plantas ornamentales para producción cuenta con el mismo uso para cualquier producción sin dañar el medio ambiente por ser orgánico (2012, p.130)

Por otro lado, se conoce la problemática por el uso excesivo de fertilizantes minerales en cultivos, por ende, Ormeño (2007, p.29) manifiesta una problemática existente debido al uso excesivo de productos químicos como fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, entre otros. Aunque en el principio solucionó problemas de escases de alimentos, en la actualidad se ha convertido en una causa principal de pérdida de la calidad de suelos, de ecosistemas y la salud de seres vivos. Es por ello que ahora existe una preocupación mayor por una agricultura sustentable con la aplicación de abonos orgánicos.

También Jacome menciona que los distintos cultivos en alto rendimiento requieren mayor demanda de uso de fertilizantes minerales y plaguicidas sintéticos, esto a su vez incrementa los costos de producción. (2011, p.60)

Méndez infiere la disminución de los recursos naturales por trabajo agrícolas obsoletos por tanto es una razón preocupante en los países subdesarrollados. En medio de las pérdidas, la de más grande efecto es la extenuación del suelo, debido a que este recurso representa la base de la producción de alimentos y de otras comodidades simples, tanto en las sociedades rurales, como urbanas. (2007, p.169)

Así mismo Martínez et. al. Expresa el grave problema de contaminación mundial que está ocurriendo en todo el planeta a causa del excesivo nivel de químicos que se usa dentro de la agricultura. (2010, p.2)

Moreno (2017, p.2) refiere que actualmente el aumento poblacional provoca que el consumo de alimentos sea más grande, por lo cual los agricultores optan por usar fertilizantes químicos ya que buscan como desarrollar y agilizar los procesos de producción para indemnizar esa demanda, está comprobado que la implementación desmesurada de productos químicos, causa males irreversibles al ambiente provocando un desequilibrio ecológico, degradando y contaminando los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos agrícolas, afectando además la salud humana al consumir alimentos que se cultivan con esta clase de productos. Por otro lado, García refiere que el problema de calidad de suelo limita el rendimiento del cultivo. (2015, p.11).

Por tanto, Butron, menciona que evidentemente, se ha impactado el suelo excesivamente de agroquímicos (fertilizantes, fungicidas, plaguicidas o pesticidas) con fin de producción de la cosecha, pero no para la alimentación y salud. (2015, p.8).

El desarrollo de este trabajo de investigación se justifica en el ámbito ambiental porque contribuirá a la reducción de malezas municipales con la elaboración del abono fermentado bocashi al realizarse un tipo de valorización de estos residuos, a su vez este abono será usado para el crecimiento de la lechuga y comparado con un fertilizante mineral por lo que se podrá evaluar el efecto de estos en la calidad

del suelo en función a sus parámetros fisicoquímicos iniciales y al finalizar el crecimiento de la lechuga. Para ello es necesario plantearnos las siguientes preguntas como problema general y específicos respectivamente: ¿Cuál es el efecto de los dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019?, ¿De qué manera determinar el mejor tratamiento para mejorar la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019?, ¿Cómo determinar los parámetros fisicoquímicos del bocashi para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019? y ¿Cuál de los dos tipos de abonos (bocashi, fertilizante mineral) es más eficiente para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019?; por ende se establece la hipótesis general e hipótesis específicas en el mismo orden: Los dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) influenciarán en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019, el mejor tratamiento será al que se aplicó bocashi para mejorar la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019, los parámetros fisicoquímicos del bocashi se encontrarán dentro del Estándar de Calidad de abonos orgánicos para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019 y la aplicación de abono Bocashi será más eficiente que el fertilizante mineral para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019. Finalmente, se establecen los siguientes objetivos general y específicos respectivamente: Evaluar el efecto de los dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019, determinar el mejor tratamiento para mejorar la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019, determinar si los parámetros fisicoquímicos del bocashi se encuentran en los estándares de calidad de abono para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019, analizar la eficiencia de los dos tipos de abonos (bocashi, fertilizante mineral) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*),vivero, el Agustino 2019.

II. MARCO TEÓRICO

En adelante, se manifiestan algunos estudios que revelan resultados obtenidos y que guardan gran relación con nuestra investigación la cual sirve de apoyo para poder contrastar nuestros resultados.

Loarte, et. al. (2018) indica que se valoró la eficiencia nutricional del bocashi con residuos de cosechas adicionado de microorganismos eficaces, para el estudio de producción de hortalizas empleando la planta de lechuga (*Lactuca sativa*), como guía de las variables estimadas a los 30 y 50 días fueron: altura, ancho, número de hojas, peso y radicular de la lechuga relacionado a la eficiencia nutricional del bocashi, la materia orgánica fue más significativa por tener el valor de (30,6%) en bocashi y microorganismos eficaces de 60 días de fermentación, en cuanto al nitrógeno presento un valor alto de (1.1.%) en el mismo tratamiento.

A su vez, García (2017) menciona que se determinó dos tipos de abonos orgánicos edáficos (Humus de lombriz y bocashi) en el crecimiento de la lechuga, para el rendimiento de la planta la mayor altura se observó con la incorporación del abono fermentado bocashi en una proporción de 15 qq/ha así como el más rentable.

Al respecto Jiménez (2016) indica que se evaluó la eficiencia del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lackes 659 respaldado por fertilizante granulado a base de microelementos, utilizando 5 tratamientos siendo el T4 y T3 donde se evidencio significativamente características agronómicas en altura (29.5 cm), numero de hojas (28.9 hojas) y peso de planta (208.2 g).

Asimismo, Montenegro (2012) preparo 5 fórmulas de abono orgánico tipo bocashi en dos niveles aplicados 4 y 8 Tn/Ha y su resultado en rendimientos de producción de lechuga, obteniendo como resultados significativos en el T10 (bocashi 5-8 Ton/Ha) producción de 9,387 Kg/Ha y T8 (bocashi 4-8 Ton/Ha) producción de 8,130 kg/Ha.

Por otra parte, Agredo (2014) calculó el rendimiento de producción de abono orgánico bocashi en un suelo degradado por ganadería extensiva en contexto de los costos de producción, resultando una diferencia del 48,39% utilizando abonos orgánicos que el uso de fertilizante químico N-P-K.

Además, Espinoza (2013) realizó la evaluación beneficio costo frente al desempeño bioagronómico de producción de lechuga silverado (*Lactuca sativa*) con la utilización de abonos orgánicos de la siguiente composición: T0 lechuga silverado (Testigo), T1 lechuga silverado con Biol 799,68 l, T2 lechuga silverado con Humus 11,20t y T3 Lechuga silverado con bocashi 11,20t. Donde el más significativo fue el tratamiento 3 presentando 64.653,33 kg/Ha-1; y beneficio en costo de \$ 2,30.

De igual manera Sánchez (2009, p.68) señala la investigación en beneficio del suelo disminuyendo la toxicidad empleando biol y bocashi evaluando 8 tratamientos que fueron T1(Sin fertilización), T2(fertilización química), T3(Uso de bocashi), T4 (Doble dosis de bocashi), T5(Biol), T6 (mezcla de media fertilización química con boashi), T7(mezcla de media fertilización química con boashi con biol) y T8 (Biol con bocashi), evidenciando el T8 como mejor tratamiento para una estimación de 19.0 t/ha y mejor beneficio costo.

Por consiguiente, Ramos (2016) refiere que se estudió el desarrollo del plátano con Cuerno Rosado aplicando el abono bocashi y fertilizante mineral, realizando 6 tratamientos a partir de dosis 50:50 (v/v) de sustrato de suelo: bocashi con 1.5g de DAP (Fosfato di amónico) logrando un mejoramiento del crecimiento de las plantas. Altura, diámetro y número de hojas.

Asimismo, se sabe que la producción de lechuga tiene gran importancia en el Perú por ser una de las hortalizas más consumible y también es uno de los productos que más se exportan.

Según La Rosa, la lechuga es uno de los cultivos más importantes en el Perú debido a la gran demanda y exportación, así como las regiones donde se siembran es la costa y sierra. (2015, p.7)

Según el INEI (2018, p.96) la producción de lechuga anual en el 2018 en el Perú es 74099 toneladas métricas, siendo Lima Metropolitana la que tiene mayor cantidad 20232 y los departamentos con mayor producción en el Perú son: Junín, Lima y Ancash.

Por su parte el INIA (2017, p.71), menciona que las temperaturas más adecuadas para el desarrollo de las plantas son las templadas, que oscilan entre los 16 y 23

°C, ya que de ser menores las lechugas no crecen y si es muy alta ocasionaría una alteración en las hojas.

Al respecto la FAO (2013, p. 20) expresa que el elemento que favorece la masa foliar es el nitrógeno, por tanto, cuenta con excelente área foliar y ello propicia mejor captación solar adecuando una superior tasa fotosintética. En cambio, si se cuenta con deficiencia de nitrógeno se evidencia desarrollo limitado decoloración amarillenta de hojas.

Antes de elegir un abono orgánico para Félix refiere que, la calidad del abono dependerá de los materiales que lo constituyen y del proceso de elaboración, por lo tanto, existirá una variación en cuanto al valor nutricional y la cantidad de microorganismos en el abono. (2008, p.58)

Según la INIA (2013, p. 13). El nitrógeno sirve para la estimulación y crecimiento estructural de la planta principalmente de los tallos y las hojas, la falta de este nutriente ocasiona que las hojas se amarillen, también puede darse los mismos síntomas por falta de humedad, sin embargo, la ausencia de este genera una coloración verdosa más fuerte.

La instalación del experimento para Neri se realiza el día del trasplante, cuando las plántulas contenían de dos a tres pares de hojas, y un mes después del almacenado, cuando el ímpetu del sol se ha reducido considerablemente aproximadamente a las 4:00pm. (2017, p.41)

Para Cordero et.al. (2010, p.322) es fundamental el uso de abonos en la agricultura para obtener mejores propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Por otro lado, Ríos (2015, p.1) dice que un aspecto clave dentro de los tipos de manejo de sustitución de fertilizantes químicos por orgánicos es reducir la dependencia de estos insumos para reducir costo y problemas ambientales.

Para Sánchez et.al. Los nitratos tienen el objetivo específico de proveer nitrógeno en las plantas para la asimilación de las proteínas

Según Coronado (2017, p.4) Dentro de la utilización de formas agroecológicas está el uso de abonos orgánicos fermentados tipo biol y bocashi con el fin de incrementar la producción.

Según Guerrero (2016, p.4) Las actividades agrícolas provocan cambios significativos en las características del suelo al ser degradados por insumos químicos que se le adicionan para mejorar la producción agrícola.

Por otro lado, es conocido el uso excesivo de diferentes tipos de fertilizantes para los cultivos en el Perú y el mundo, por ende, RIOS, expresa que el nivel de contaminación e impacto ocasionado por el uso irracional de fertilizantes químicos pueden causar daños en el ambiente como la salud del hombre. (2010, p. 40)

Además, Según ICEX (2018, p.1) dentro de los abonos inorgánicos más comunes en el rubro agrario en el país están el sulfato de potasio, nitrato de amonio, nitrato de magnesio.

A su vez, la FAO (2013, p. 24) manifiesta que un fertilizante mineral contiene al menos 5% de uno o varios nutrientes por ser producto industrializado esto favorecen al crecimiento de la planta. Lo más importante de estos fertilizantes minerales es la capacidad de solubilidad, puesto que los nutrientes ingresan de forma pasiva o activa con ayuda del agua.

Por otra parte, Gil (2014, p.11) dice que el carbón vegetal es el que provoca la asimilación de calor y humedad mejorando así las propiedades físicas, a su vez el guano es el elemento que brinda mayor cantidad de nitrógeno.

Por otro lado, Sabin menciona que para un correcto manejo de fertilizantes nitrogenados es importante conocer la fuente y la distribución de las dosis para reducir las pérdidas por volatilización y lixiviación. (2018, p.154)

Leblanc et.al. (2007, p.1) expresa que la calidad nutricional de un abono es determinada en función su capacidad de proveer nutrientes al suelo.

Al respecto Bautista (2015, p.2) menciona que la fertilización órgano-mineral se emplea con el fin de brindar mayores nutrientes disponibles para las plantas, pero se deben usar conjuntamente para que se incremente la materia orgánica presente en el suelo.

Según Lluzar (2018, p.3), muestra que la cantidad de fertilizantes nitrogenados importados a nuestro país en el 2018 es de 953 478 429 Kg.

Por otro lado, la INIA existen dos maneras de cómo aplicar los fertilizantes y son al volteo o agregado antes y/o después del trasplante, es muy importante la forma como se aplica aún más en los suelos sin manejo en crecimiento de hortalizas y estas pueden ser al voleo o de manera localizada. En épocas de primavera verano es recomendable la fertilización por voleo y en aquellos cultivos en los que las raíces de las plantas son más superficiales no se debe aplicar a más de 20 cm de profundidad. (2013, p. 44)

Por los datos recogidos, se necesita adoptar nuevas tecnologías limpias y saludables para el suelo y uno de ellos es el abono bocashi, para la FAO este es obtenido por medio de la fermentación de diferentes residuos como materia prima, los cuales adquieren elementos nutritivos para el suelo que se consideran óptimos. (2011, p.10).

Para Medina (2016, p. 20) Todos los abonos orgánicos como por ejemplo el bocashi tiene la característica de mejorar el suelo proporcionando nutrientes que favorecen el desarrollo de las especies forestales.

Según Sarmiento (2019, p. 56) El abono orgánico es uno de los primordiales componentes de éxito cuando se trata de nuevas alternativas ecológicas de producción limpia y sustentable en cultivos.

Nikitin define al bocashi como la materia orgánica con fermentación anaeróbica hecho de subproductos agrícolas, la materia orgánica sirve como medio de crecimiento para los microorganismos y proporciona un microambiente adecuado para los microorganismos efectivos en la tierra (2019, p.231).

Villagómez, refiere que para mejorar el suelo se utiliza el abono bocashi que incorpora al suelo la materia orgánica y nutrientes esenciales requeridos para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo. (2014, p.17)

Por ende, Barrera, et. al. expresa que cada día crece la importancia por los cultivos con abonos orgánicos a consecuencia de sus múltiples beneficios ya que principalmente reduce el uso de fertilizantes minerales, mejora las propiedades físicoquímicas del suelo y favorece al aumento de microflora. (2012, p.188).

Al respecto Boudet (2017, p.39) menciona que el abono orgánico bocashi se aplica al suelo en el momento del trasplante según la dosis de cada tratamiento y se hecha tierra encima para que la raíz de la lechuga no choque directamente con bocashi.

Por otro lado, Cepeda, et. al. (2011, p.43) asegura que son conocidos los beneficios que los abonos orgánicos simples y los fermentados como compost, bocashi, humus de lombriz tienen sobre las características fisicoquímicas del suelo, pero para ello es necesario conocer la dosis, comportamiento, época y forma de aplicación de los abonos orgánicos

En esa condición, Ramos resalta que los beneficios del Bocashi, son conocidos en todos los continentes, aunque existe poca información sobre los contenidos nutricionales y no refieren la cantidad microbiana presente en los materiales. (2014, p.52)

Según Mendivil (2017, p.21) el abono fermentado tipo bocashi incrementa las cantidades de macro y micronutrientes al suelo y la especie vegetativa pero la cantidad varía de acuerdo al origen del abono.

Al respecto Vásquez (2018, p. 87) menciona que el abono bocashi viene siendo conocido a nivel mundial debido a su importante aporte en el crecimiento de plantas y propiedades de suelo.

Para Escudero (2012, p.1) las compostas son un tipo de proceso biológico anaeróbico porque los microorganismos presentes se descomponen y mineralizan, con el fin de obtener un producto libre de patógenos.

Sarmiento (2019, p.47) añade que el abono bocashi es utilizado por agricultores en Japón desde hace décadas pasadas mejorando el suelo con el aumento de la diversidad microbiana, asimismo según CRUZ et.al. (2017, p.82) las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los abonos orgánicos dependen parcialmente del estiércol empleado en el proceso de fermentación.

Por consiguiente, Castillo involucra que dentro de la agricultura se brinda mayor importancia al uso de los fertilizantes orgánicos debido a sus beneficios como los son mejorar la calidad del suelo como sus parámetros. (2015, p.11)

Luego Mota infiere que es importante hacer uso de abonos orgánicos si se quiere promover en lo posible la generación de mínimos impactos ambientales. (2019, p.290).

Al respecto, Ansorena, et.al. (2015, p.1) expresa que las propiedades de la composta se condicionan sus los materiales de partida, especialmente cundo se usa residuos de origen natural como de parques y jardines.

Por consiguiente, Kennedy, propone implementar el uso de bocashi facilitando el uso de los residuos vegetales y estiércoles de los animales que producen en sus unidades productivas (2019, p.7).

Tabla N°1: Parámetros de calidad de compost

| PARAMETROS | VALORES NORMALES |
|-------------------------|------------------|
| PH | 6 – 9 |
| Potasio | 0,4 - 1,6 |
| Fosforo | 0,1 - 1,6 |
| Nitrógeno | 0,4 - 3,5 |
| Materia Orgánica | Variable |
| Relación C/N | 10 – 30 |

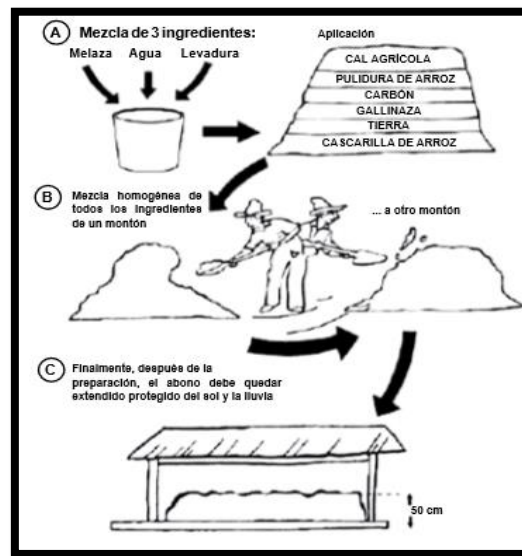
Fuente: OMS (2003)

Por otro lado, Campitelli et.al. infiere que los cambios en el tiempo de la calidad de suelo se miden por su grado de degradación. (2010, p. 224)

Por ende, Pinto (2016, p.10) duce que la conductividad eléctrica es la descripción de la cantidad de sales en el suelo, sin embargo, cambia relativamente rápido en el suelo.

Los materiales para preparar 1 tonelada de bocashi según la FAO (2011, p.11) son: 300 Kg de poda verde, 400 Kg de poda seca, 100 Kg de estiércol fresco de ganado, 100 Kg de estiércol seco, 4.54 Kg de cal, 3.8 Kg de azúcar, 50 Kg de carbón, 300 Kg de salvado de arroz, 100 gr de levadura de pan, 100 Kg de tierra negra, 80.5 L de agua.

Figura N°1: Proceso de elaboración de bocashi



Fuente: Acoplado de la FAO (2011, p.12)

Los materiales para preparar 210 Kg de bocashi según INIAP (2011 p.19) son: 80 kilogramos de estiércol, 40 kilogramos de cascarilla de arroz, de quinua o tamo de cereales (bien picados), 60 kilogramos de tierra negra de paramo, 15 kilogramos de carbón molido, 3 kilogramos de humus, 1 kilogramos de cal o ceniza vegetal, 1/2 litro de melaza o miel de panela, 60 gramos de levadura en 50 litros de agua.

Según la INIAP (2011, p.19) pasos para la elaboración de bocashi:

1. Selección del sitio donde se realizará el bocashi, (techo y piso nivelado o cementado.)
2. Acople en capas, el orden según criterio. No debe superar los 50 cm de altura. (60% material seco y 40% húmedo).
3. Humedecer los materiales con el preparado de levadura e incorporar melaza o miel de panela.
4. Mescle bien todo el material para obtener una mescla homogénea manteniendo la humeada entre 60 -65%.
5. Extender la mescla en la superficie destinada a la elaboración del abono para facilitar la acción del aire.
6. Cubrir herméticamente la mescla con plástico o costales durante los 3 primeros días.

7. Durante el cuarto día iniciar el aeramiento del abono una vez por el día y otra por las tardes. Hasta concluir el proceso
8. Finalmente, el abono ya ha logrado su madurez.

Conforme a la FAO (2011, p.3) el bocashi presenta dos etapas principales: La estabilización, es donde ocurre la fermentación, se da durante los primeros días y puede alcanzar temperaturas hasta de 70°C, debido al incremento microorganismos. La maduración es la etapa en la cual los materiales orgánicos más grandes se degradan hasta llegar al estado ideal.

Tabla N°2: Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para lechuga según estación de crecimiento del cultivo.

| Nutriente | Unidades | Invierno | Primavera/Otoño | Verano |
|------------------|-------------------------------|----------|-----------------|--------|
| kg/ha | | | | |
| Nitrógeno | N | 60 | 50 | 35 |
| Potasio | K ₂ O | 70 | 50 | 40 |
| Fosforo | P ₂ O ₅ | 0 | 0 | 0 |

Fuente: INIA (2013, p.43)

FAO (2013, p. 42) Las cantidades de N.P.K, varían de acuerdo a la época de desarrollo, y del recurso suelo, por ende, para fertilizar el suelo es vital tomar en consideración la estación en la que se va a cultivar. Para verano se aplica dosis más bajas y para invierno dosis más altas dependiendo del manejo del suelo.

Uno de los componentes para la fabricación de Bocashi es la poda, por ende, OJER, et. al expresa que la poda es una capacidad que regula la magnitud vegetativa y reproductiva de las plantas. Dicha capacidad está determinada genéticamente por la diversidad y es poderosamente influenciada por la porta injerto y por las situaciones de clima, suelo y uso del cultivo” (2016, p.79)

Según Purcell, “Los motivos por la que se poda un árbol, entre las más comunes están belleza, estructura y reducción de peligros. “(2017, p.1)

Por ello se puede dar un valor la valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales corresponde a la necesidad del distrito por dar valor a los desechos

orgánicos producidos por el mantenimiento de las áreas verdes, así como también los residuos producidos por los mercados municipales.

La valorización es un proceso por lo cual un residuo o parte del mismo reemplaza un insumo en un proceso productivo. La valorización es esencial en el esfuerzo de reducir la huella ecológica y alcanzar el desarrollo sostenible.

Por ello el mantenimiento de parques y jardines se puede realizar un tipo de abono con el material de maleza existente.

Según Saldaña (2014, p. 216) para conservar la capacidad productiva del suelo se requiere de prácticas que mejoren el suelo y el cultivo nutrición, por lo tanto, un manejo adecuado de nutrientes y materia orgánica para evitar su pérdida optimizando las variables edáficas vinculadas a conservación.

FAO (2013, pp. 10-12) Un suelo con alta fertilidad supone que posee gran cantidad de nutrientes que brindan los cultivos, así también se clasifican en micro y macronutrientes, los cuales estos últimos tienen que estar en más cantidad, sin embargo, ambos son necesarios; por eso al realizar el análisis de suelo se puede medir el nivel de fertilidad del suelo.

Así que es indispensable seguir estándares de calidad de suelo agrícola por ello se muestra el siguiente:

TABLA N°3: Nivel de disponibilidad de parámetros fisicoquímicos para hortalizas de hojas.

| Nivel de disponibilidad | pH |
|-------------------------|------------|
| Extremadamente Acido | < 5.6 |
| Moderadamente Acido | 5.5 - 5.10 |
| Ligeramente Acido | 6.0 -6.6 |
| Casi Neutro o Neutro | 6.6 -7.4 |
| Alcalino | 7.4 - 8.1 |
| Muy Alcalino | > 9 |

| Nivel de disponibilidad | Materia Orgánica (%) |
|--------------------------------|--|
| Bajo | < 1,2 |
| Medio | 1,2 - 2.8 |
| Alto | > 2,8 |
| Nivel de disponibilidad | Nitrógeno Total (%) |
| Muy pobre | 0.00 -0.10 |
| Pobre | 0.10-0.15 |
| Mediano | 0.15- 0.25 |
| Rico | 0.25 - 0.30 |
| Muy Rico | > 0.30 |
| Nivel de disponibilidad | Fósforo P (%) |
| Bajo | < 12 |
| Medio | 12 – 30 |
| Alto | > 30 |
| Nivel de disponibilidad | Potasio (K) (%) |
| Bajo | < 0,12 |
| Medio | 0,12 - 0,3 |
| Alto | > 0,3 |
| Nivel de disponibilidad | Al³⁺+H⁺ (%) |
| Bajo | < 0,4 % |
| Medio | 0,4 - 0,9 % |
| Alto | > 0,9 % |
| Nivel de disponibilidad | CaCO₃ (%) |
| Bajo | < 2,51 |
| Medio | 2,51 - 0,6 |
| Alto | > 6,0 |

Fuente: FAO (2013, pp. 19-23)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de diseño experimental tipo aplicativo; alcanzando un nivel explicativo porque se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta.

Por otro lado, el enfoque es cuantitativo porque presentará una observación confiable de los 4 tratamientos del desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa*) con bocashi, fertilizante mineral, bocashi con fertilizante mineral, y testigo con 5 repeticiones e identificar cual es el efecto que tienen en la calidad de suelo y desarrollo de la lechuga basándose en el comportamiento de los parámetros físicoquímicos del suelo antes y en el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa*), lo cual servirá como base para inferir en la influencia causal de las variables, brindando la posibilidad de evaluar la hipótesis.

El tamaño de la unidad experimental es de 0.45m² conteniendo 20 lechugas de la variedad escarola. A continuación, se presenta la tabla 3 sobre las dosis aplicadas a cada tratamiento.

La dosis de aplicación de bocashi es según la FAO (2011) y del fertilizante nitrogenado es según INIA (2013, p.44)

Tabla N°4 Dosis y repeticiones de los 4 tratamientos

| TRATAMIENTOS | | DOSIS | REPETICIONES |
|--------------|--------------------------------|---|--------------|
| T1 | Testigo | sin aplicación | 5 |
| T2 | Bocashi | 1.8 kg/m ² | 5 |
| T3 | Fertilizante mineral | 7 gr/m ² | 5 |
| T4 | bocashi + fertilizante mineral | 0.9 kg/m ² +3.5 gr/m ² | 5 |
| TOTAL | | | 20 |

Fuente: Elaboración propia

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Definición conceptual

- Variable independiente: Tipos de abonos

Según la FAO, las tipologías de abono pueden ser:” Material natural o industrializado, que comprenda por lo menos 5% de uno o más de los 3 nutrientes primarios podría ser denominado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales. (2002, p.33).

- Variable dependiente: Calidad del suelo

Para NELE (2015, p.2) La estimación de la eficacia del suelo se basa en sus tipologías física químicas y biológicas. Los componentes del desempeño, como por ejemplo la labranza y manejo de residuos tienen la posibilidad de mejorar la calidad de suelo.

3.2.3. Definición operacional

- Variable independiente: Tipos de abonos

Se elaborará el bocashi en el vivero de El Agustino y se adquirirá el fertilizante nitrogenado; lo cual se usará para realizar 4 tratamientos con 5 repeticiones.

- Variable dependiente: Calidad del suelo

Se ejecutará el análisis de suelo de los 4 tratamientos para determinar el efecto del fertilizante nitrogenado y bocashi en los mismos, así como la caracterización morfológica de la lechuga.

3.2.4. Indicadores

- Variable independiente: Tipos de abonos
- Dimensiones: Parámetros químicos del bocashi

Indicadores: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Materia Orgánica, Relación C/N.

- Dimensiones: Parámetros físicos del bocashi

Indicadores; pH, Temperatura.

- Variable dependiente: Calidad del suelo
- Dimensiones: Propiedades químicas del suelo.
Indicadores: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Carbonato, Aluminio, Materia Orgánica, pH.
- Dimensiones: Características morfológicas de la lechuga
Indicadores: Peso (biomasa), tamaño de hoja, altura, tamaño de raíz, número de hojas.

3.2.5. Escala de medición

- Variable independiente: Tipos de abonos
 - Indicadores: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Materia Orgánica, Relación C/N.
🚦 Escala de Medición: Porcentaje.
 - Indicadores; pH, Temperatura.
🚦 Escala de Medición: C°, H+
- Variable dependiente: Calidad del suelo
 - Indicadores: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Carbonato, Aluminio, Materia Orgánica, pH.
🚦 Escala de Medición: Porcentaje, H+
 - Indicadores: Peso (biomasa), tamaño de hoja, altura, tamaño de raíz, numero de hojas.
🚦 Escala de Medición: Porcentaje, kg, cm, N°

Tabla N°5 Variables operacionalización

| Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad y producción del suelo en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), vivero, El Agustino 2019. | | | |
|---|--|--|---|
| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES |
| ¿Cuál es el efecto de los dos tipos de abonos (bocashi y | Evaluar el efecto de los dos tipos de abonos | Los dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) | Variable Independiente: Tipos de abonos |

| | | | |
|--|---|---|--|
| fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), vivero, El Agustino 2019? | (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), vivero, El Agustino 2019. | influenciarán en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), vivero, El Agustino 2019 | Variable dependiente: Calidad del suelo |
|--|---|---|--|

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°6 Matriz de operacionalización (Ver Anexo 1)

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.

3.3.1. Población

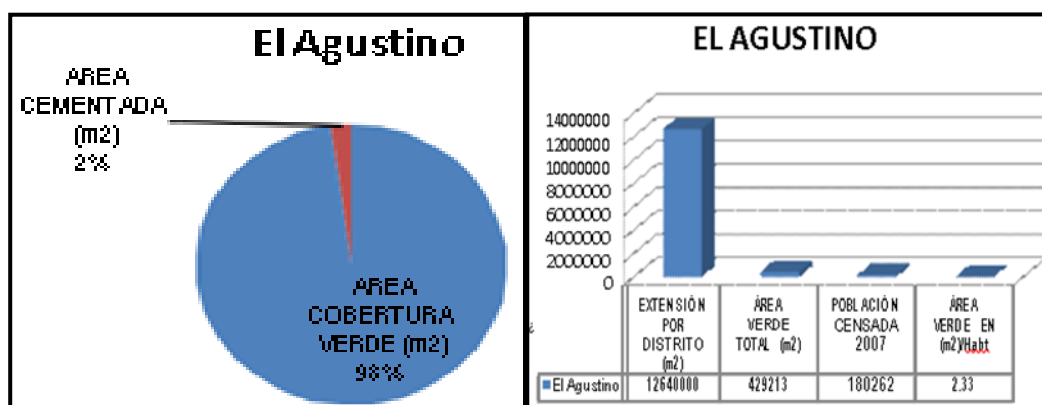
Según el Instituto metropolitano de planificación (2018) el distrito de El Agustino cuenta con 429213 m² de áreas verdes.

La población está conformada por la cantidad total de Residuos Orgánicos de poda o rastrojos que se generan de forma mensual en el distrito de El Agustino lo cual es 0.9 tn/mes.

3.3.2. Muestra

Se recolectará la cantidad necesaria de residuos orgánicos de la poda de parques y jardines, también llamado maleza o rastrojo, en este caso 140 kg. que se obtuvo del Vivero N°1 del distrito de El Agustino para posterior elaboración de abono fermentado bocashi.

Figura N°2: Área total de cobertura verde de El Agustino

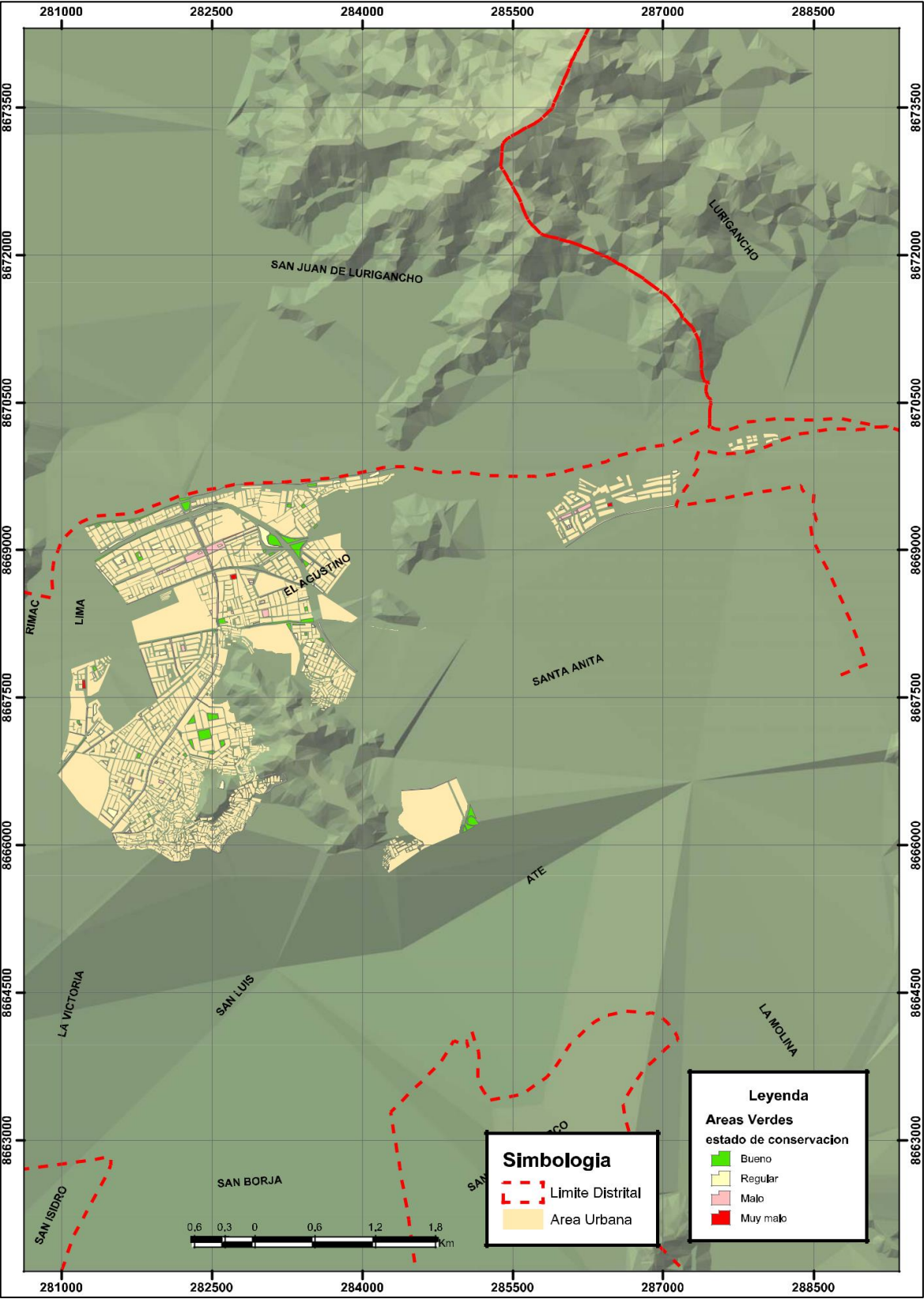


Fuente: Instituto Metropolitano De Planificación (IMP) 2015.

3.3.3. Muestreo

En la investigación se desarrolló el muestreo de tipo probabilístico simple que se apoya en impartir cada componente poblacional objetivo y a cada viable muestra de un tamaño definido, la misma posibilidad de ser seleccionado.

Figura N°3: Mapa del estado de conservación de área verde de El Agustino



Fuente: Instituto Metropolitano De Planificación (IMP) 2015.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada en esta investigación es de observación experimental, ya que con ello se podrá describir el objeto de estudio.

A continuación, se presenta en la tabla N°7 los instrumentos de medición usados en la recolección de datos.

Tabla N°7: Instrumentos de Medición

| INSTRUMENTOS | MARCA | RANGO |
|--------------------|---------|--|
| TERMOMETRO DIGITAL | TP-101 | -50°C / +300°C -58°F / +572°F |
| WINCHA METRICA | STANLEY | 5m |

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 Validación y confiabilidad del instrumento

La validez y confiabilidad de los instrumentos del estudio de investigación fueron gracias a los análisis certificados del laboratorio de la UNALM conjuntamente con la colaboración del responsable del laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, donde nos facilitó evaluar el análisis de materia orgánica del bocashi y el análisis de la fertilidad del suelo inicial y final en el que se sembró la lechuga.

3.5. Procedimientos

Para determinar los materiales a usar en la elaboración de bocashi se tomó como referencia los datos establecidos por la FAO y en cuanto al proceso y etapas de la elaboración por fuente INIAP.

Por otro lado, se recolectó los datos mediante los indicadores del crecimiento de lechuga (tamaño de raíz, tamaño de hoja, altura, número de hojas y peso) y el análisis de laboratorio de los parámetros que miden la calidad del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, carbonato, aluminio, materia orgánica y PH) para los 4 tratamientos y 5 repeticiones por cada una.

Así mismo se llevó a cabo los análisis estadísticos como t – student, shapiro wilk, ANOVA, Post – Hoc de Tukey, para concluir cual es el tratamiento más eficiente en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)

3.6 Método análisis de datos

3.6.1 Metodología aplicada al desarrollo de tesis

3.6.1.1 Elaboración de bocashi:

Se recolectó la poda que se encuentra en el vivero N°1 de El Agustino y posteriormente se procedió a pesar cada componente a utilizar para la elaboración del bocashi.

Tabla N°8: Materiales para elaborar 200 Kg de bocashi.

| INGREDIENTES | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Estiércol | 40kg | 14.7% |
| carbón | 10 Kg | 3.7% |
| salvado de arroz | 60kg | 22.1% |
| Poda | 140 kg | 51.5% |
| cal agrícola | 910 gr | 0.3% |
| Azúcar | 760 gr | 0.3% |
| levadura de pan | 20gr | 0.0% |
| tierra arcillosa | 20kg | 7.4% |
| TOTAL | 271.690 kg | 100.0% |
| Agua | 16 Lt | |

Fuente: Adaptado de la FAO (2011, p.11)

Pasos de elaboración de bocashi:

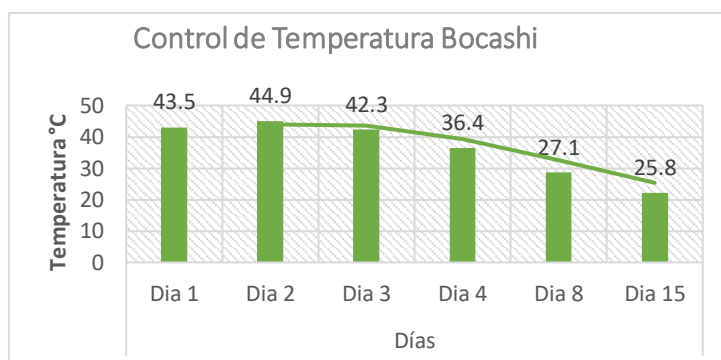
Se mezclan homogéneamente los ingredientes en el lugar de preparación y no debe exceder los 50 cm de altura, se mide la temperatura los 3 primeros días controlando que no supere los 45 °C y se realiza el volteo una o dos veces al día a partir del día 4 hasta el día 15 cuando haya llegado a la temperatura ambiente.

Tabla N°9: Control de Temperatura Bocashi

| INDICADOR | Días | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| TEMPERATURA °C | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 8 | Día 15 |
| | 43.5 | 44.9 | 42.3 | 36.4 | 27.1 | 25.8 |

Fuente: Adaptado de la FAO (2011, p.10)

Figura N°4: Gráfico en barra de control de temperatura bocashi.

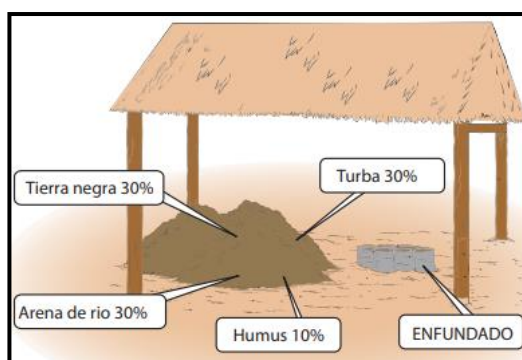


Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.2 Preparación de sustrato

Según la Guía técnica de manejos de viveros forestales. (2014, p.8)
 “Sustrato es la adición de suelo con abono para el desarrollo de las plántulas. Donde se utiliza: tierra agrícola, tierra negra, arena y materia orgánica descompuesta, obteniendo una mezcla suelta que mejora la infiltración del agua. Se puede utilizar la siguiente mezcla (relación 3:3:3:1); es decir, 30% tierra agrícola, 30% tierra negra, 30% arena de río, 10% materia orgánica descompuesta.”

Figura N°5: Elementos y porcentajes de sustrato de suelo



Fuente: Guía técnica de manejos de viveros forestales. (2014, p.8)

3.6.1.3 Crecimiento de la lechuga

Tabla N°10: elementos para obtener 4 tratamientos de crecimiento de lechuga

| GERMINACION | CANTIDAD |
|--------------------------------|-----------|
| Semilla de lechuga escarola | 100 unid. |
| arena de rio | 4kg |
| agua | 1.75 Lt |
| estructura de germinación | 1 |
| T 1 | |
| Bolsas proteck | 5 |
| Suelo | 15 kg |
| Pesticida Benomilo | 7 gr |
| Lechugas | 5 |
| T 2 | |
| Bolsas proteck | 5 |
| Suelo | 15 kg |
| Pesticida Benomilo | 7 gr |
| Bocashi | 203 gr. |
| Lechugas | 5 |
| T 3 | |
| Bolsas proteck | 5 |
| Suelo | 15 kg |
| Pesticida Benomilo | 7 gr |
| fertilizante mineral | 0.7 gr |
| Lechugas | 5 |
| T 4 | |
| Bolsas proteck | 5 |
| Suelo | 15 kg |
| Pesticida Benomilo | 7 gr |

| | |
|----------------------|--------|
| Bocashi | 101.5 |
| fertilizante mineral | 0.35gr |
| Lechugas | 5 |

Fuente: Elaboración propia

Pasos para la elaboración del crecimiento de lechuga:

Germinación

En una estructura especial para germinación agregar arena de río y colocar 3 semillas en cada espacio de la estructura a 1 cm de profundidad aproximadamente, regar por aspersión 2 veces al día, las lechugas estarán listas para el trasplante cuando tengan 4 hojas.

Trasplante

Disolver Benomilo en 2 Lt de agua y con ello desinfectar la tierra, con la finalidad de eliminar posibles hongos existentes para prevenir enfermedades en las hojas.

- Para el tratamiento 2 agregar a cada bolsa 40.6 gr de bocashi.
- Para el tratamiento 3 agregar a cada bolsa 0.4 gr de fertilizante foliar nitrogenado.
- Para el tratamiento 4 agregar a cada bolsa 20.3 gr de bocashi y 0.07gr de fertilizante foliar nitrogenado.

Luego trasplantar las lechugas, regar de forma ligera pero constante, inter diario. El tiempo de duración del crecimiento de la lechuga es 90 días aproximadamente y estará listo para cosechar.

3.6.2 Metodología del procesamiento de datos

✓ Método Descriptivo:

- En análisis de procesamiento de bocashi y efecto de los tipos de abono con respecto a la calidad de suelo se realizó un método descriptivo que se enfocó en sintetizar dicha información de forma precisa, sencilla, clara y ordenada señalando los elementos más representativos.

✓ Método Inferencial

- En evaluación de la calidad de suelo se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, indicando que existe normalidad por tanto se utilizó la prueba T de Student.
- En estudio de la lechuga se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, indicando que existe normalidad por tanto se utilizó la prueba de ANOVA. (mide si los datos son significativamente iguales.) además se usó la prueba Post-Hoc de Tukey con el propósito de evaluar cuál o cuáles son los tratamientos mejores o más eficientes en el desarrollo de la lechuga.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación, tendrá como propósito mostrar resultados reales, que serán expuestas al público del mismo modo la metodología será validada por 3 expertos en la materia de investigación. Así mismo los análisis a realizarse, serán acreditados por la Universidad Cesar Vallejo y la Universidad Nacional Agraria La Molina.

IV. RESULTADOS

1. Determinación de parámetros fisicoquímicos del suelo inicial.

Los resultados iniciales del suelo (sustrato de suelo) son presentados en la tabla 11.

Tabla N°11 Análisis inicial de Fertilidad de suelo

| ITEM | PARAMETRO | UNIDAD | ESTANDAR (FAO) | Suelo inicial |
|------|----------------------------------|--------|----------------|---------------|
| 1 | pH | - | 6.6 - 7.04 | 6.5 |
| 2 | M.O | % | 1,2 - 2,8 | 1.3 |
| 3 | P | % | 12 -30 | 12.05 |
| 4 | K | % | 0.12 - 0.30 | 0.14 |
| 5 | N | % | 0.15 - 0.25 | 0.09 |
| 6 | CaCO ₃ | % | 0.60 - 2.51 | 2.7 |
| 7 | Al ³⁺ +H ⁺ | % | 0.4 - 0.9 | 0.7 |

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto al análisis de suelo inicial el pH es neutro con normalidad de sales solubles. Para los contenidos principales de macronutrientes que predominan es P, K, pero con déficit de nitrógeno. Además, la materia orgánica es baja debido a las condiciones del suelo. La humedad está en condiciones estables.

Asimismo, con el propósito de determinar si los parámetros fisicoquímicos del bocashi se encuentran en los estándares de calidad de abono para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019 se realizó una comparación mostrada en la tabla 12

Tabla N°12: Comparación de bocashi con calidad de compost

| Parámetros | Unidad | Valores Normales Compost (OMS) | Bocashi |
|------------------|--------|--------------------------------|---------|
| pH | (1:1) | 6-9 | 7.3 |
| Potasio | % | 0.4- 1.6 | 2,71 |
| Fosforo | % | 0,1 -1,6 | 1,19 |
| Nitrógeno | % | 0,4 - 3,5 | 1,97 |
| Materia Orgánica | % | Variable | 33,23 |
| Relación C/N | C/N | 10 -30 | 14,3 |

Fuente: OMS (2003)

Según lo muestra la Tabla 12 se obtuvo los siguientes datos, el pH 7.3, Potasio 2.71%, fósforo 1,19%, nitrógeno 1,97%, materia orgánica 33,23%, Relación C/N 14,3 de manera que se encuentra dentro de los estándares propuestos por la Organización Mundial de la Salud.

A continuación, se presenta la tabla 13 en el cual se puede observar los datos obtenidos de los 5 indicadores en desarrollo de la lechuga, de acuerdo a cada tratamiento.

Tabla N°13: Indicadores de desarrollo de Lechuga (65 días de tratamiento)

| INDICADORES | UNIDAD | T1 (testigo) | T2 (bocashi) | T3 (fertilizante) | T4 (b + f) 50/50 |
|-------------|--------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| tamaño raíz | Cm | 15 | 25 | 20 | 21.22 |
| | | 17.5 | 29 | 18.3 | 21.9 |
| | | 22 | 24.5 | 17.5 | 19.8 |
| | | 18 | 27 | 21.5 | 17.6 |

| | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| | | 16 | 26 | 20 | 19.2 |
| tamaño de hoja | | 22 | 23 | 23 | 25 |
| | | 24 | 26 | 25 | 24 |
| | | 23 | 25 | 22.5 | 24.5 |
| | | 21 | 24.5 | 23 | 25.5 |
| | | 22.5 | 27 | 22 | 22 |
| altura | | 24 | 26.5 | 22 | 25.5 |
| | | 22 | 27 | 25 | 24 |
| | | 24 | 28 | 21 | 21 |
| | | 21 | 25 | 20 | 27 |
| | 23.5 | 24.5 | 23.5 | 23 | |
| Peso (Biomasa) | G | 465 | 510 | 450 | 500 |
| | | 455 | 500 | 480 | 490 |
| | | 470 | 530 | 470 | 485 |
| | | 450 | 520 | 470 | 510 |
| | | 460 | 530 | 490 | 480 |
| número de hojas | n° | 15 | 19 | 16 | 18 |
| | | 14 | 18 | 17 | 17 |
| | | 16 | 16 | 15 | 18 |
| | | 14 | 15 | 14 | 16 |
| | | 13 | 18 | 15 | 16 |

Fuente: Elaboración Propia.

Con el propósito de analizar la eficiencia de los dos tipos de abonos (bocashi, fertilizante mineral) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019. En primer lugar, se analizaron si existe o no distribución normal para los datos de cada tratamiento empleado con la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 50$). (Anexo 5). Los resultados que se obtuvieron es que todos los datos son de comportamiento normal, por ende, se procede a realizar la prueba de ANOVA para evaluar la eficiencia de los tratamientos en el desarrollo de la lechuga, de acuerdo a los resultados se puede decir que al menos uno de los tratamientos empleados posee diferencias significativas con los demás tratamientos (anexo 5).

Por ello se debe utilizar la prueba Post-Hoc de Tukey, con el propósito de evaluar cuál o cuáles son los tratamientos mejores o más eficientes en el desarrollo de la lechuga. Los resultados que se obtuvieron en relación a la media, fue que para los indicadores: tamaño de raíz (Anexo 7), tamaño de hoja (Anexo 8), altura de la planta (Anexo 9), peso de la planta (Anexo 10), y número de hojas (Anexo 11), el

tratamiento con mayor predominancia fue el bocashi (T2) y el medio eficiente el testigo (T1).

Con el propósito de evaluar el mejor tratamiento para mejorar la calidad del suelo en el vivero. A continuación, en la Tabla 14 se muestran las características fisicoquímicas de los tratamientos empleados, Tratamiento 0, Tratamiento 1 (testigo), Tratamiento 2 (bocashi), Tratamiento 3 (fertilizante mineral), y Tratamiento 4 (bocashi + fertilizante). Con ello se comparó con los estándares propuestos por la FAO en cuanto a calidad del suelo. Si las características fisicoquímicas se encuentran dentro de los estándares óptimos son de buena calidad; cuánto más se acerquen al promedio de los estándares óptimos mejor equilibrados serán.

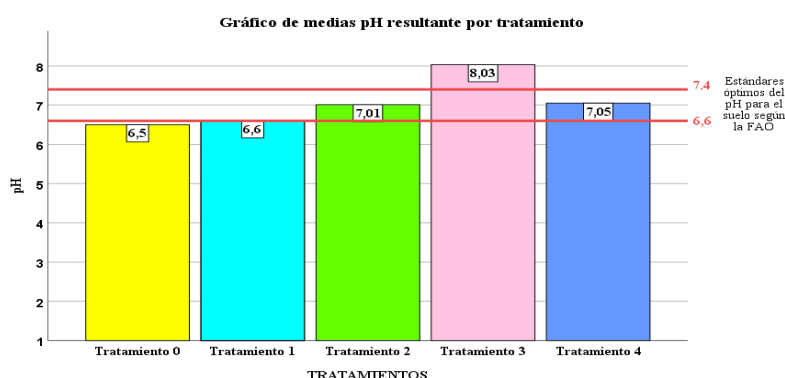
Tabla N°14: Comparación de Análisis de suelos con Estándar de la FAO para hortalizas de hoja

| ITEM | PARAMETROS | UNIDAD | ESTANDAR (FAO) | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------|----------------------------------|--------|----------------|-------|------|------|------|
| 1 | pH | - | 6.6 - 7.04 | 6.6 | 7.01 | 8.03 | 7.05 |
| 3 | M.O | % | 1,2 - 2,8 | 1.52 | 2.04 | 1.9 | 2.49 |
| 4 | P | % | 12 -30 | 12.34 | 20.8 | 20 | 21.9 |
| 5 | K | % | 0.12 - 0.30 | 0.12 | 0.22 | 0.33 | 0.29 |
| 6 | N | % | 0.15 - 0.25 | 0.13 | 0.22 | 0.15 | 0.16 |
| 7 | CaCO ₃ | % | 0.60 - 2.51 | 3.01 | 1.58 | 5.68 | 4.82 |
| 8 | Al ⁺³ +H ⁺ | % | 0.4 - 0.9 | 0.58 | 0.63 | 0.46 | 0.55 |

Fuente: Elaboración Propia.

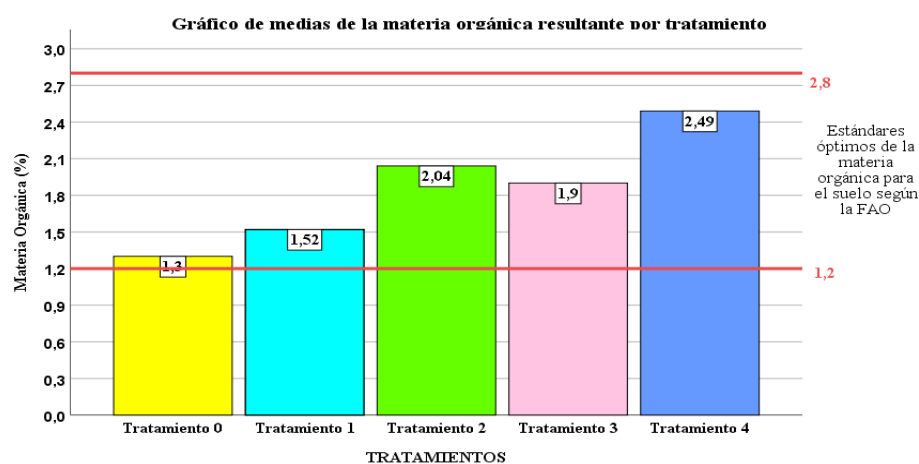
Luego de presentar los resultados se procede a elaborar el análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial de todos los datos obtenidos con el fin de demostrar sustento y comprobación de las hipótesis planteadas.

Figura N°6: Comparación del pH de los tratamientos con los estándares de la FAO



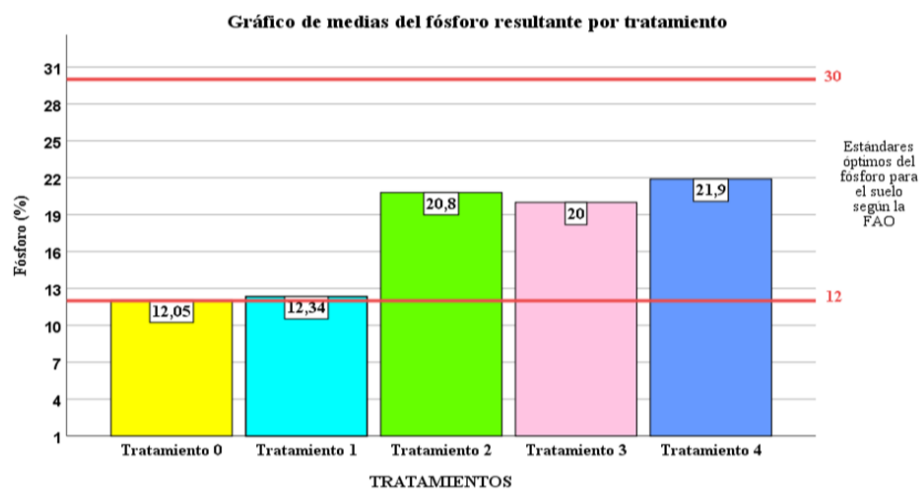
En el gráfico se puede observar el PH de cada uno de los tratamientos empleados en comparación con los estándares óptimos propuestos por la FAO. Siendo el tratamiento más equilibrado el compuesto por el bocashi. Por otro lado, el tratamiento que no se muestra dentro de los estándares óptimos fue el tratamiento 0 mostrando, a su vez, un comportamiento ligeramente ácido.

Figura N°7: Comparación del porcentaje de materia orgánica de los tratamientos con los estándares de la FAO



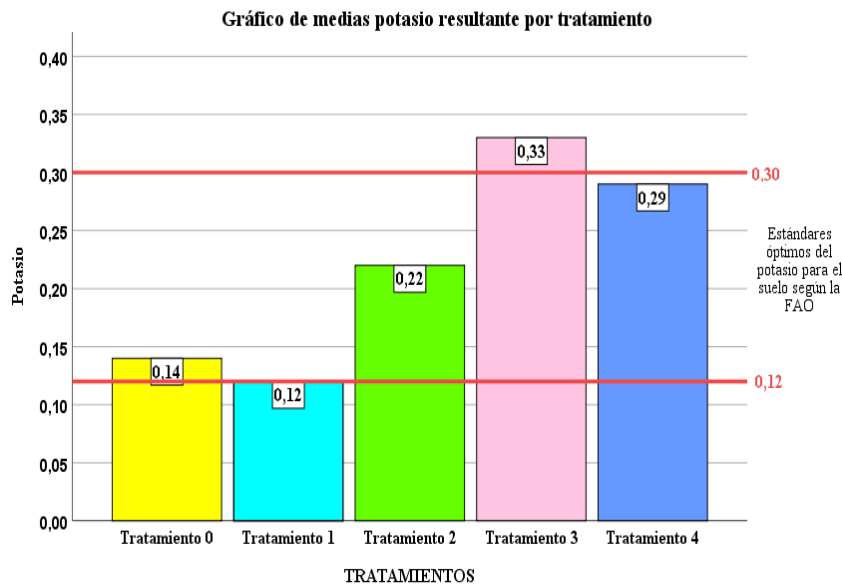
En el gráfico se puede observar que el porcentaje de materia orgánica de cada uno de los tratamientos empleados se mantiene dentro de los estándares óptimos propuestos por la FAO. Siendo el tratamiento más equilibrado el compuesto por el tratamiento con bocashi y el menos equilibrado el tratamiento 0.

Figura N°8: Comparación del porcentaje de Fósforo de los tratamientos con los estándares de la FAO



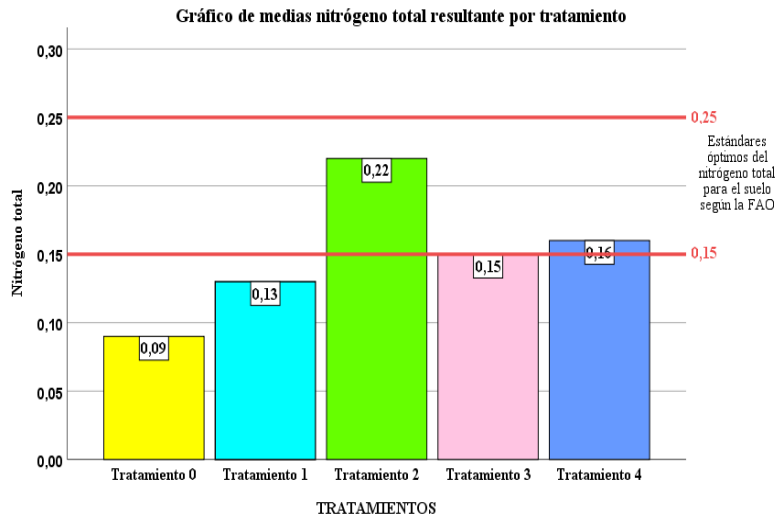
En el gráfico se puede observar que el porcentaje de fósforo de cada uno de los tratamientos empleados se mantiene dentro de los estándares óptimos propuestos por la FAO. Siendo el tratamiento más equilibrado el compuesto por el tratamiento compuesto por el bocashi, y el menos equilibrado el tratamiento 0.

Figura N°9: Comparación del porcentaje de Potasio de los tratamientos con los estándares de la FAO



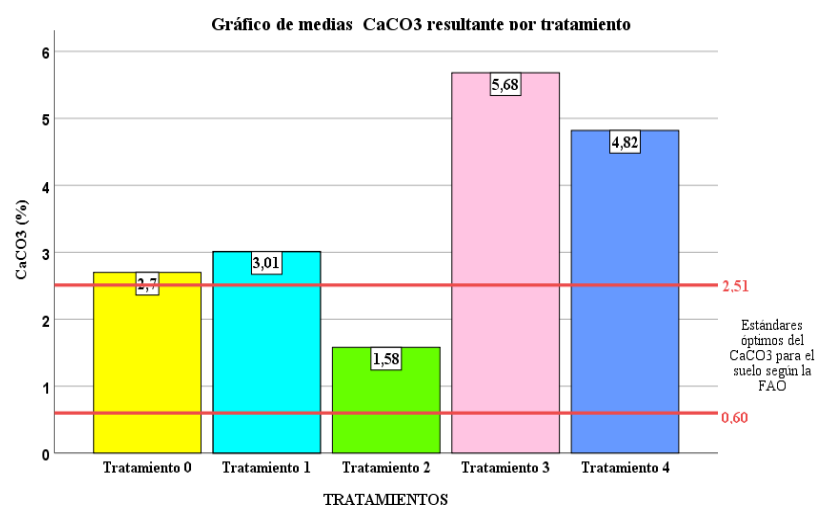
En el gráfico se puede observar el porcentaje de Potasio de cada uno de los tratamientos empleados en comparación con los estándares óptimos propuestos por la FAO. Siendo el tratamiento más equilibrado el compuesto por el bocashi, y, por otro lado, el tratamiento que rebasa los estándares óptimos el tratamiento compuesto por el fertilizante mineral.

Figura N°10: Comparación del porcentaje de Nitrógeno total de los tratamientos con los estándares de la FAO



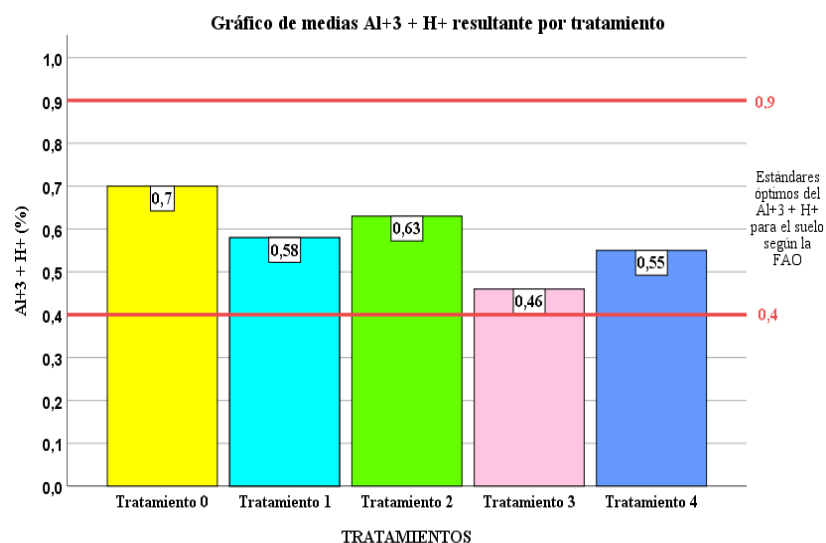
En el gráfico se puede observar el porcentaje de Nitrógeno total de cada uno de los tratamientos empleados en comparación con los estándares óptimos propuestos por la FAO. Siendo el tratamiento que se encuentra dentro de los estándares óptimos y a su vez el más equilibrado el tratamiento con el bocashi. Por otro lado, el tratamiento que no se encuentra dentro de los estándares óptimos y que muestra un comportamiento muy bajo es el tratamiento 0.

Figura N°11: Comparación del porcentaje de CaCO_3 de los tratamientos con los estándares de la FAO



En el gráfico se puede observar el porcentaje de CaCO_3 de cada uno de los tratamientos empleados en comparación con los estándares óptimos propuestos por la FAO, siendo el tratamiento compuesto por el bocashi el único que se encuentra dentro de los estándares óptimos y los demás tratamientos rebasan dicho estándar.

Figura N°12: Comparación del porcentaje de $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$ de los tratamientos con los estándares de la FAO



En el gráfico se puede observar que el porcentaje de $Al^{+3} + H^{+}$ de cada uno de los tratamientos empleados se mantiene dentro de los estándares óptimos propuestos por la FAO, siendo el tratamiento más equilibrado el compuesto por bocashi y el menos equilibrado el tratamiento con fertilizante mineral.

Ello quiere indicar, haciendo un recuento de los resultados descriptivos, que el tratamiento más equilibrado para mejorar la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019, es el tratamiento compuesto por bocashi.

Con el propósito de conocer si los tratamientos empleados difieren significativamente con el de bocashi en cuanto a las características fisicoquímicas del suelo, se analizó de forma inferencial los resultados de los tratamientos 0, 1, 3 y 4, confrontándolos con el tratamiento 2 (el cual es del bocashi). Para ello se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Anexo 12), pues se utilizan menos de 50 datos para este análisis; de lo contrario se utilizaría la prueba de Kolgomorov-Smirnov ($n > 50$ datos). De acuerdo a los resultados se puede apreciar que los datos son de comportamiento normal y por ende se debe utilizar la prueba de T de Student (Anexo 13) confrontando las características fisicoquímicas de los tratamientos 0, 1, 3, y 4 con las características fisicoquímicas del tratamiento del bocashi.

Los resultados obtenidos en el T de student es que cada una de las características fisicoquímicas son significativamente iguales a las del bocashi. Con excepción del Nitrógeno y el $CaCO_3$. Dando cuenta que, para dichas características fisicoquímica, de manera significativa, el mejor tratamiento será al que se aplicó con bocashi para la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019.

A continuación, se presenta una Tabla en la que se resume todos los métodos estadísticos que se usaron para el desarrollo de la lechuga y calidad de suelo.

Tabla N°15: Análisis estadísticos

| TIPO | ANÁLISIS | METODO | NIVEL DE SIGNIFICANCIA | DECISIÓN | INDICADORES | SUBCONJUNTO | MEJOR TRATAMIENTO |
|--------------------|--|-------------------|------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| METODO INFERENCIAL | Indicadores de calidad de lechuga | Shapiro-Wilk . | > 0,05 | Normalidad | TAMAÑO RAIZ | 263,000 | T2 (Bocashi) |
| | | Anova | < 0,05 | Normalidad | TAMAÑO DE HOJA | 251,000 | T2 (Bocashi) |
| | | Post-Hoc de Tukey | n=100 | En: T1,T2,T3,T4 | ALTURA | 262,000 | T2 (Bocashi) |
| | | | | | PESO | 5,180,000 | T2 (Bocashi) |
| | | | | | numero de hojas | 172,000 | T2 (Bocashi) |
| | Comparación de Análisis de suelos con Estándar de la FAO para hortalizas de hoja | Shapiro-Wilk . | > 0,05 | Normalidad | pH | Sig. (bilateral)=0,927 | T2 (Bocashi) |
| | | T de Student. | n<50 | En: T1,T2,T3,T4 | M.O | Sig. (bilateral)=0,429 | T2 (Bocashi) |
| | | | | | P | Sig. (bilateral)=0,197 | T2 (Bocashi) |
| | | | | | K | Sig. (bilateral)=1,000 | T2 (Bocashi) |
| | | | | | N | Sig. (bilateral) = 0.011 | T2 (Bocashi) > Predominacion |
| | | | | | CaCO ₃ | Sig. (bilateral) = 0.041 | T2 (Bocashi) > Predominacion |
| | | | | | Al ³⁺ +H ⁺ | Sig. (bilateral)=0,330 | T2 (Bocashi) |

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

El pH del bocashi (Tabla N°12) es 7,3 (ligeramente neutro) lo cual se encuentra dentro del rango de los estándares de la OMS lo cual es (6-9), así como también Loarte (2018) en su análisis de Bocashi con microorganismos eficientes obtuvo un pH de 8,4 que también se encontraba dentro de los estándares, sin embargo, en este caso se evidencia un valor más alcalino debido a la cantidad de cal agrícola que uso en la preparación del bocashi. Igualmente, Montenegro (2012) obtuvo un pH de 8.2, lo cual también es relativamente más alcalino.

Por otro lado, se observa (Tabla N°12), que la cantidad de nitrógeno total en el bocashi fue de 1,97%, siendo una cantidad bastante elevada, sin embargo, aún está en el rango optimo según la OMS (0,4-3,5), por su parte Montenegro (2012) obtuvo 0.81%, lo cual al ser comparado con el rango establecido por la FAO indica que es un valor cercano al mínimo.

Asimismo, la FAO (2011, p.4) nos menciona que el estiércol es la fuente principal de nitrógeno en el abono fermentado, es por ello que el valor del Nitrógeno dependerá básicamente de la cantidad de estiércol que se aplica para la elaboración del bocashi.

La materia orgánica (Tabla N°12) presente en el bocashi es 33,23% a lo cual la OMS nos indica no indica valores específicos, sino que puede ser variable

dependiendo de las condiciones en las que se ha realizado el abono, las cantidades de materiales y el tiempo de elaboración, también Loarte (2018) en su análisis de bocashi encontró 30,6 % de M.O. que se puede observar que es similar al resultado obtenido en esta investigación.

Por ende, la descomposición completa de estiércol, poda seca y húmeda aumentaron la cantidad de M.O. De igual manera Montenegro (2012) encontró 16.16 % de M.O. esto se puede deber a los causales mencionado líneas atrás y al tipo de residuos orgánicos que usó.

El valor encontrado en el Potasio de los análisis de bocashi del laboratorio (Tabla N°12) es 2.71%, y está por encima de lo encontrado por Loarte (2018) que obtuvo un valor de 0,08 %; por otro lado, se sabe que la cantidad de potasio depende en su mayoría de la cantidad de ceniza o carbón vegetal ya que esta deriva de la madera.

Según se muestra en la (Tabla N°12) el Fósforo hallado en el bocashi es 1,19%, esto se debe mínimamente a la presencia de carbón como parte de la materia prima que se usó, así como también depende del estiércol usado ya que éste contiene pequeñas cantidades de minerales inorgánicos; por otro lado, en comparación con 0,12 % que encontró de fosforo Loarte (2018) en su bocashi.

El resultado que se obtuvo de la relación C/N fue 14.3, lo cual al ser comparado con los valores normales brindados por la OMS se encuentra que están dentro del rango (10-30), sin embargo, es relativamente bajo, a su vez se logra inferir que esto se puede deber a la temperatura, ya que para que exista fermentación se requiere de altas temperaturas, sin embargo, la relación C/N se da en bajas temperaturas.

En cuanto al desarrollo de la lechuga en el indicador altura de planta (Tabla N° 13), se obtuvo una media de 22,3 cm. en el T2 (bocashi) sin embargo Loarte (2018) tuvo 18,7 cm en el tratamiento con bocashi y microorganismos eficientes, así mismo Agredo (2014) obtuvo 39.79 cm en el tratamiento con Bocashi, así como se sabe que la altura de la planta se da en función a la composición del abono y también a las condiciones climáticas.

Como se observa en la tabla N°13 el tamaño de raíz promedio de la lechuga es de 26,3 cm en el tratamiento 2, esto indica un valor alto ya que, Agredo (2014) obtuvo

un tamaño promedio de raíz de la lechuga de 13,1 cm. Lo cual es prácticamente la mitad del valor obtenido.

La posible causa de esto puede ser que se ha preparado un sustrato especial para cultivar el suelo compuesto por 30% de tierra negra, 30% de turba, 30 % de arena, 10% de materia orgánica; el cual cumple con todos los requerimientos para el correcto desarrollo de la lechuga, así como de hortalizas u otro cultivo.

En cuanto al peso de la lechuga para el T2, como se observa en la tabla N°13 se tiene un peso promedio de 518 gr. y Agredo (2014) obtuvo 554.35 gr. De peso para la lechuga usando bocashi como abono orgánico, por lo cual se evidencia una similitud en ambos casos, esto se debe al uso de abono bocashi para los dos cultivos.

En el T3 (fertilizante inorgánico nitrogenado) el peso promedio que se obtuvo de las lechugas fue 472gr.; García (2017) tuvo en su tratamiento con fertilizante MCF 201,4 gr y Agredo (2014) encontró un peso de 147.5gr. en su tratamiento con fertilizante NPK, por lo cual se observa que ha sido fundamental el tipo de fertilizante que se ha usado en los tres cultivos, así como también el número de hojas.

La altura de la lechuga en el T3 (Tabla N° 13) es 22,3 cm. sin embargo, Agredo (2014) obtuvo una altura de 23.34 cm. en su tratamiento con fertilizante NPK y, por otra parte, García (2017) en su tratamiento con fertilizante MCF tuvo una altura de 25,9 cm, como se observa la altura de la lechuga comparado con Agredo y García fue ligeramente menor, por lo cual se puede entender que es a causa de la composición de la tierra o sustrato en la que se ha cultivado la lechuga.

En cuanto al número de hojas de la lechuga del T3 se obtuvo como resultado promedio 15.4 usando el fertilizante nitrogenado, a su vez Jiménez (2016) obtuvo 28.9 en promedio de número de hojas usando un fertilizante reforzado con calcio.

Así también, esto nos indica que al ser diferente el fertilizante que se ha usado en los dos casos el indicador (número de hojas) ha variado considerablemente, sabiendo que el calcio es un elemento fundamental en el crecimiento de la lechuga debido a que ayuda en la absorción de nutrientes.

Por otro lado, al comparar los resultados del análisis de suelos de los 4 tratamientos con la FAO (2013), Se puede observar que el pH (Figura N°6) del T2 y T4 se encuentran en equilibrio, sin embargo, el T1 es el valor mínimo aceptable y el T3 sobrepasa el rango de estándar óptimo. Asu ves la M.O (Figura N°7) del suelo de los 4 tratamientos están dentro de los estándares propuestas por la FAO (2013) siendo el T1 el mas bajo y el T4 de valor más alto.

Además, como se observa en la (Figura N°8) todos los tratamientos están dentro del rango estimado para la FAO (2013) siendo el T1 el valor mínimo y el T4 ligeramente mayor que el T2 y el T3. Con respecto al Potasio (Figura N°9) el T2 fue el más equilibrado en relación a los estándares de la FAO (2013), el T1 fue el valor mínimo aceptable, el T4 fue un valor muy alto y el T3 excedió el rango estimado.

Igualmente, el Nitrógeno (Figura N°10) en el T3 y T4 se obtiene valores mínimos, el T1 ubicado debajo de los estándares de la FAO (2013) y el T2 el valor óptimo.

En la Tabla N°14 se muestran los resultados de los análisis de suelo de los siguientes parámetros: N, P, K, PH, M.O. Carbonatos, Aluminio. Con los cuales se mide si los datos del tratamiento 1, 3, 4 son iguales o distintos a los del bocashi por lo tanto como los valores de significancia (Sig.) indican valores superiores al nivel de significancia de 0,05, cada una de las características fisicoquímicas son significativamente iguales a las del bocashi con excepción del Nitrógeno y el CaCO_3 .

Dando cuenta que, para dichas características fisicoquímica, de manera significativa, el mejor tratamiento será al que se aplicó con bocashi para la calidad del suelo, vivero, El Agustino 2019.

VI. CONCLUSIONES

Se concluyó que el mejor tratamiento para mejorar la calidad del suelo en el vivero, el Agustino 2019 fue el Tratamiento 2 (bocashi) luego de hacer la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y luego la prueba de T de Student con lo que se comprobó que para el Nitrógeno y el CaCO_3 el tratamiento más predominante fue T2.

En síntesis, luego de analizar parámetros fisicoquímicos del bocashi se comprueba que se encuentran dentro de los estándares de calidad de abono para el desarrollo de la lechuga propuestos por la OMS, por lo tanto, se considera al bocashi un abono fermentado de calidad

Por último, se midió la eficiencia de los dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en el cultivo de lechuga mediante la prueba Pos-Hoc de Tukey que determinó que a partir de los análisis mayormente se puede apreciar predominancia del tratamiento 2 (bocashi) como tratamiento más eficiente en comparación al T1, T3, T4.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir evaluando diferentes dosis, momentos y ambientes climáticos para la aplicación del abono bocashi y de esta manera optimizar condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Incorporar nuevos estudios sustituyendo la poda con residuos orgánicos domésticos como principal componente para elaboración de bocashi y medir la calidad de este.
- Evaluar semanalmente el crecimiento de lechuga con distintas dosis de bocashi con la finalidad de encontrar la dosis óptima.
- Se podría sustituir el fertilizante foliar nitrogenado utilizado, por Uria (45% de nitrógeno) debido a su mayor proporción de nitrógeno para realizar comparaciones de macros y micros nutrientes del suelo en el crecimiento de lechuga u otra hortaliza.

REFERENCIAS

1. AGREDO, Daniel. Comparación de la eficiencia en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en un suelo rehabilitado con abono orgánico bocashi y el mismo suelo con fertilizante químico N-P-K: Santiago de Cali, Universidad Autónoma de Occidente, 2014. 118 p.
2. BARRERA, José, et. al. Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB) Revista colombiana de ciencias hortícolas [en línea]. Diciembre 2012, n.º2. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Colombia.

Disponible en:

https://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1267/1263

ISSN: 2011-2173

3. BOUDET, Ana et al. Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. [en línea]. Octubre-diciembre 2017, n.º4. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Cuba.

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag06417.pdf>

ISSN: 0253-5785

4. CEPEDA, José, et. al. Efectos del bocashi en ajú "Cubanela" (*Capsium Annuum*) en un sistema de agricultura sostenible en dos zonas de la vega, República dominicana. Agecon [en línea]. 2011.[Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. República Dominicana.

Disponible en: <https://ageconsearch.umn.edu/record/264026/>

ISSN: 95-07-0410

5. FAO, Elaboración y uso del bocashi, El Salvador: ed. CENTA: 2011, 16p.
6. ESPINOZA, Francisco. Comportamiento bioagronómico del cultivar de lechuga silverado (*Lactuca sativa*) con abonos orgánicos en el Cantón Salcedo. Ecuador: 2013, 74p.
7. FAO. El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas: Paraguay, 2013, 33p.

ISBN: 9789253077847

8. FELIX, Jaime et. al. Importancia de los abonos orgánicos. Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. [en línea]. Enero-abril 2008, n.º1. [Fecha de consulta: 4 de noviembre del 2019]. México.

Disponible en

[http://www.uaime.edu.mx/webraximhai/Ej10articulosPDF/Art\[1\]%204%20Abonos.pdf](http://www.uaime.edu.mx/webraximhai/Ej10articulosPDF/Art[1]%204%20Abonos.pdf)

ISSN: 1665-0441

9. LLUZAR, Pedro et. al. Fertilizantes en Perú [en línea]. Abril: 2018 [Fecha de consulta 01 de noviembre 2019]. Perú.

Disponible en: <https://www.icex.es › icex › GetDocumento › icex DOC2019819665.html>

NIPO: 114-19-040-2

10. GARCIA, Anabel, Evaluación del efecto de dos tipos de abonos orgánicos edáficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona de Babahoyo. Los ríos Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo 2017, 55 p.
11. Guía técnica de manejos de viveros forestales. Ecuador: 2014, 20p.
12. IMP. Inventario de Áreas verdes a nivel metropolitano, Lima – Perú, 2010, 46p.
13. INIA. Fertilización y Manejo del Suelo en Hortalizas: Alcachofa, apio, lechuga, pepino dulce, pimiento, tomate y zanahoria, Boletín N°271: Chile. 2013, 112p.
Disponible en:
<http://www.inia.cl/wp-content/uploads/Boletines/NR40528.pdf>
ISSN: 07174829.
14. INIAP. Elaboración de uso de abonos orgánicos, Ecuador, 2011, 35p.
15. INEI, Sector Agrario, Compendio Estadístico, Peru:2018. 1037p.
16. JACOME, Andrés. et. al. Fertilización orgánica e inorgánica en frijol (*phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisol con propiedades ándicas Eidenar [en línea]. Enero-diciembre 2013, n.º12. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Colombia
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231130851006.pdf>
ISSN: 1692-9918
17. JIMENEZ, José. Aplicación de cuatro dosis de fertilizante (Micromate calcium fortified) a base de microelementos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad great lakes 659, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas.). (Ingeniero Agrónomo) Tarapoto Peru, Universidad Nacional de Tarapoto 2016, 71p.
18. LA ROSA, Oscar. Cultivo de lechuga (*lactuca saliva*) bajo condiciones del valle del Rímac. Lima Perú, Universidad Agraria la Molina, 2015, 56p.
19. LOARTE, Lelis. Efecto del tiempo de maduración y de microorganismos eficientes en el contenido nutricional del bocashi. Cedamaz [en línea].

- Noviembre- diciembre 2018, n.º1. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Ecuador.
- Disponible en: <http://192.188.49.30/index.php/cedamaz/article/view/570/531>
ISSN: 1390-5880
20. MARTINEZ, Raúl et. al. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. [en línea]. Julio-setiembre 2010, n.º3. [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2019]. Cuba.
- Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n3/ctr09310.pdf>
ISSN: 0258-5936
21. MONTENEGRO, Eddy, MARTINEZ, Donaldo. Efecto de la aplicación del abono tipo bocashi sobre el rendimiento productivo en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* mill), bajo riego, San Isidro, 2012. Nicaragua, Instituto nicaragüense de tecnología agropecuaria, 2012, 113p.
22. NELE et. al. Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? [en línea]. Marzo-abril 2015, n.º3. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. México.
- Disponible en:
<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>
ISSN: 2007-0934
23. NIKITIN, A. et. al. Influence of Effective Microorganisms on the Activity of Cs in the Soil Contaminated due to the Accident on the Chernobyl NPP. [en línea] Abril-junio 2019, n.º.1. [Fecha de consulta: 6 de noviembre del 2019]. Japón.
- Disponible en: http://coldfusioncommunity.net/pdf/jcmns/v29/230_JCMNS-Vol29.pdf.
ISSN: 2227-3123
24. OJER, Miguel, et. al. Poda de formación y producción Cuba. Argentina: Editorial de la UNC, 2011, 229p.
ISBN: 9872764204.
25. ORMEÑO, María. Preparación y aplicación de abonos orgánicos, Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida Ciencia y Producción vegetal.

- [en línea]. Noviembre-diciembre 2007, n.º1. [Fecha de consulta 03 de noviembre de 2019]. Bolivia.
- Disponible en :
https://www.researchgate.net/profile/Maria_Ormeno/publication/273321490_Preparacion_y_aplicacion_de_abonos_organicos/links/54fe8aee0cf2eaf210b32c72.pdf
ISSN: 2500-5308
26. Purcell, Lyndsey. Lo esencial para la poda de árboles. [en línea]. Enero-diciembre 2016, n.º2. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Estados Unidos.
- Disponible en: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-506-S-W.pdf>
ISSN: 0123-1234
27. RAMOS, David et. al. Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. Scielo [en línea]. Abril-junio 2016, n.º2. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Cuba.
- Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n2/ctr20216.pdf>
ISSN: 0258-5936
28. RIOS, Willy. Efectos de aplicación bocashi en el crecimiento del sachá inchi (*Piukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco. Perú, Universidad Agraria de la selva, 2015, 99p.
29. SABIN, Cleiton. et. al. Calcium Nitrate Dose and Application Period in American Lettuce (*Lactuca sativa*). Scielo.conicyt.cl. [en línea] Abril-junio 2018, n.º6. [Fecha de consulta: 6 de noviembre del 2019]. Reino Unido.
- Disponible en:
<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/74013>.
ISSN: 1916-9752
30. SALDAÑA, Maria. et. al. The influence of organic fertilizers on the chemical properties of soil and the production of *Alpinia purpurata*. Scielo.conicyt.cl. [en línea] Abril-junio 2014, n.º2. [Fecha de consulta: 6 de noviembre del 2019].

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ciagr/v41n2/art08.pdf>. México.

ISSN 0718-1620

31. SÁNCHEZ, Edwin. Evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad (verpia) en la comunidad de Florencia – Tabacundo: Ibarra, Universidad técnica del norte, 2009, 115p.
32. HERRERA, Hernán. Estudio de prefactibilidad financiera para la producción de abono orgánico bocashi, a partir de gallinaza, mezclado con tierra, Costa Rica. Costa Rica: 2012, 231p.
33. MENDEZ, Martha, VITERI, Silvio. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. Agronomía Colombiana [online]. Enero-junio 2007, n°1, [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Colombia
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a19.pdf>
ISSN 0120-9965
34. MORENO, Richard, SANCHEZ, Gabriela, “Estudio de la optimización de la calidad del abono Bocashi mediante la adición potenciales microorganismos eficaces, Ecuador: 2017, p.51.
35. VILLAGÓMEZ, Diego, Elaboración de Bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de La Mana, Provincia de Cotopaxi, Ecuador: 2014, 112p.
36. NERI, Juan et. al. Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), distrito de Chachapoyas. Agro producción sustentable [online]. Enero. marzo 2017, n°4, [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Perú
Disponible en:
<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/viewFile/348/618>.
ISSN: 2520-5145
37. RAMOS, David et. al. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales [online]. Octubre-diciembre 2014, n°4, [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Cuba
Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr07414.pdf>

38. SARMIENTO, Juan et.al. Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Scientia Agropecuaria, [online], Enero-marzo 2019, n°1, [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Perú.
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a06v10n1.pdf>
ISSN 2077-9917
39. BAUTISTA, Angélica. Efecto de bocashi y fertilizantes de liberación lenta en algunas propiedades de suelos con maíz. Scielo [en línea]. Enero-febrero 2015, vol.6. [Fecha de consulta: 20 de noviembre]. México.
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a18.pdf>
ISSN 2007-0934
40. GIL, Angélica. Efecto de dos tipos de labranza sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo utilizando cultivo de rábano y abono tipo bocashi: México, 2014. 69p.
41. MEDINA, Tarsicio. Fertilizante orgánico bocashi en germinación de semillas de Mezquite (*Prosopis glandulosa*) Ciencia y Tecnol. Agrop [en línea]. 2016 Vol. 4 Núm. 2 [Fecha de consulta: 08 de noviembre]. México
Disponible en:
http://www.somecta.org.mx/Revistas/2016-2/2016-2/CYTAM4-2_32016.pdf
42. CORONADO, Doris. Incidencia de biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano Acosta-Imbabura [en línea] 2017. [Fecha de consulta: 11 de noviembre]. Ecuador.
Disponible en:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6457/2/ARTICULO.pdf>
43. PINTO, Cristian. Determinación de un indicador de aplicación de compost y bocashi y comprobación del incremento de materia orgánica en suelo degradado por actividad ganadera en el barrio Ungumiatza De La Parroquia Yantzaza Del Cantón Yantzaza: Ecuador. 2016, 170p.
44. RIOS, Willy. Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachachi (*Piukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de DANIEL ALOMIA ROBLES, HUÁNUCO: Perú. 2015. 99p.

45. MENDIVIL, Cecilia. et.al. Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia* [en línea] 2017, Vol. 22, Núm. 1 [Fecha de consulta: 11 de noviembre]. México. Disponible: <http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/1120> ISSN: 16651456
46. VASQUEZ, Edison. Evaluación química de bocashi con aplicación de microorganismos eficientes en el cantón Saraguro, provincia de Loja. *Unl* [en línea] 2018, Vol. 8 Núm. 1 [Fecha de consulta: 18 de noviembre]. Ecuador. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/415> ISSN: 2528-7818
47. ESCUDERO, Amelia y ARIAS, Carmen. Microorganisms in organic fertilizer from pruning at the Universidad del Norte, Colombia. *Int. Contam. Ambient* [en línea]. 2012, vol.28, [Fecha de consulta: 01 de noviembre]. Colombia. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992012000500010&lng=es&nrm=iso&tlng=en ISSN 0188-4999
48. GUERRERO, Gomer. Determinación del porcentaje de remediación del bocashi para suelos contaminados por glifosato, mediante un sistema combinado de aireación y biopilas en cultivos asociados de café y cacao en el barrio San Roque de la parroquia Pachicutza, cantón El Panguí, provincia Zamora Chinchipe: 2016, 149p.
49. LEBLANC et.al. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos, *Tierra tropical* [en línea]: Costa Rica, 2007. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50164953/DETERMINACION_DE_LA_CALIDAD_DE_ABONOS_ORG20161107-22040-3 ISSN: 1659-2751
50. CRUZ et.al. Digeridos de fermentación de estiércol: consideraciones para su recomendación en agricultura de traspatio. *Agro Productividad* [en línea] 2017, vol. 10, N°7. México, 101p.

51. SANCHEZ et.al. Influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA) [en línea] 2002, vol. 17 N°2 [Fecha de consulta: 14 de octubre]
52. CORDERO, Yamileysis et.al. Efecto de dos abonos orgánicos en el crecimiento del girasol (*helianthus annuus* L.) variedad caburé. Producción Porcina [en línea], 2010, vol 17. N° 2. [Fecha de consulta: 05 de octubre] Cuba.
53. ANSORENA, et.al. Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. 2015, 67p.
54. CAMPITELLI, Paola et.al. Selección de indicadores de calidad de suelo para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la Región Central De Córdoba. UNC [en línea] 2010, vol 28. N° 2: 223-231, [Fecha de consulta: 16 de noviembre] Argentina.
55. CASTILLO, Lesbia et. al. Estudio comparativo de tres formas de reproducción de bocashi elaborados en el campus agropecuario Unan-león, Nicaragua, 2015, 131p.
56. DIAZ, Reynaldo et. al. Evaluación de tres dosis de bocashi en el cultivo de lechuga tipo romana en La Esperanza, Honduras, 2000, p.45.
57. MOTA, Iván et. al. Respuesta al bocashi y a la lombricomposta de *Moringa oleífera* Lam. después de la poda, [online]. Febrero-marzo 2019, n°2, [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2019]. Colombia.
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n2/2007-0934-remexca-10-02-289.pdf>
ISSN: 2007-0934
58. VAZQUEZ, Cirilo et. al. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino, México:2008, 372p.
59. BERMEO, Roccy, et. al. Elaboración de bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de chulucanas-morropón. Chulucanas, Perú, 2018, 98p.

60. KENNEDY, JOHN. Evaluación de la producción de maíz (*zea mays*) con la utilización de abono orgánico bocashi en el corregimiento de rio negro iquirá departamento del huila, Argentina, 2019, 56p.
61. BUTRON, David. Aplicaciones de bocashi y té de compost en el rendimiento de frejol (*phaseolus vulgaris* L.) var. canario en condiciones del valle de sigüas- Arequipa., Perú, 2015, 78p.
62. GARCIA, Karina, Efecto de tres niveles de bocashi y roca fosfórica en un sistema silvopastoril, con capirona (*calycophyllum spruceanum* Benth.) y pasto negro (*brachiaria humidicola*) en la zona de Aucayacu, Tingo María, Perú, 2015.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|---|--|--|--|-----------------|--------------------|
| V. INDEPENDIENTE TIPOS DE ABONOS | Según la FAO, las tipologías de abono pueden ser:” Material natural o industrializado, que comprenda por lo menos 5% de uno o más de los 3 nutrientes primarios podría ser denominado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales. (2002, p.33). | Se elaborará el bocashi en el vivero de El Agustino y se adquirirá el fertilizante nitrogenado; lo cual se usará para realizar 4 tratamientos con 5 repeticiones. | Parámetros químicos del bocashi | Nitrógeno | % |
| | | | | Fosforo | |
| | | | | Potasio | |
| | | | | M.O. | |
| | | | Parámetros físicos del bocashi | relación C/N | |
| | | | | pH | H+ |
| V. DEPENDIENTE CALIDAD DEL SUELO | Para NELE (2015, p.2) La estimación de la eficacia del suelo se basa en sus tipologías física químicas y biológicas. Los componentes del desempeño, como por ejemplo la labranza y manejo de residuos tienen la posibilidad de mejorar la calidad de suelo. | Se ejecutará el análisis de suelo de los 4 tratamientos para determinar el efecto del fertilizante nitrogenado y bocashi en los mismos, así como la caracterización morfológica de la lechuga. | Propiedades químicas del suelo | Temperatura | °C |
| | | | | Nitrógeno | % |
| | | | | Fósforo | |
| | | | | Potasio | |
| | | | | carbonato | |
| | | | | aluminio | |
| | | | | M.O. | |
| | | | Características morfológicas de la lechuga | pH | H+ |
| | | | | peso (biomasa) | Kg |
| | | | | tamaño de hoja | cm |
| | | | | altura | |
| | | | | Tamaño de raíz | N° |
| | | | | número de hojas | |

Anexo 2: Análisis de fertilidad de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : RUTH QUINTANA GARAY/ EDISON CHRISTIAN PUCHOC TERRE
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ EL AGUSTINO
REFERENCIA : H.R. 70164
BOLETA : 3562
FECHA : 11/10/2019

| Número Muestra | | pH | CE _(1:1) | CaCO ₃ | M.O. | P | K | Hd |
|----------------|--------|-------|---------------------|-------------------|------|-------|-----|-------|
| Lab | Claves | (1:1) | dS/m | % | % | ppm | ppm | % |
| 305 | - | 7.02 | 2.43 | 5.40 | 2.00 | 13.01 | 180 | 17.00 |

| Número Muestra | | N |
|----------------|--------|------|
| Lab | Claves | % |
| 305 | - | 0.07 |



Braulio La Torre Martínez
Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 3: Análisis de Bocashi .



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : RUTH QUINTANA GARAY/ EDISON CHRISTIAN PUCHOC TERRE
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ EL AGUSTINO
REFERENCIA : H.R. 70836
MUESTRA DE : BOCASHI
BOLETA : 3751
FECHA : 12/10/2019

| Número Muestra | | pH | M.O. % | N % | P ₂ O ₅ % | K ₂ O % | Relación C/N |
|----------------|--------|-----|-----------|--------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Lab | Claves | | | | | | |
| 1170 | - | 7.3 | 33.23 | 1.97 | 1.19 | 2.71 | 14.3 |



Braulio La Torre Martínez
Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Anexo 4: Análisis de suelo - tratamientos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO

SOLICITANTE : RUTH QUINTANA GARAY/ EDISON CHRISTIAN PUCHOC TERRE
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ EL AGUSTINO
REFERENCIA : H.R. 70835
BOLETA : 3751
FECHA : 19/11/2019

| N° Lab | CLAVES | pH (1:1) | M.O. % | CaCO ₃ % | P ppm | K ppm | N % | Al ³⁺ +H ⁺ meq/100 |
|-----------|---------------|-------------|-----------|------------------------|----------|----------|--------|---|
| 1270 | Tratamiento 1 | 6.6 | 1.52 | 3.01 | 12.34 | 0.12 | 0.13 | 0.58 |
| 1271 | Tratamiento 2 | 7.01 | 2.04 | 1.58 | 20.8 | 0.22 | 0.22 | 0.63 |
| 1272 | Tratamiento 3 | 8.03 | 1.9 | 5.68 | 20 | 0.33 | 0.15 | 0.46 |
| 1273 | Tratamiento 4 | 7.05 | 2.49 | 4.82 | 21.9 | 0.29 | 0.16 | 0.55 |



Braulio La Torre Martínez
Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Anexo 5: Pruebas de normalidad de cada uno de las características del desarrollo de la lechuga en cuanto a los tratamientos empleados

| Características | Tratamientos | Shapiro-Wilk | | | |
|-----------------|--|--------------|----|-------|------------|
| | | Estadístico | Gl | Sig. | Decisión |
| Tamaño de raíz | Tratamiento testigo | 0,916 | 5 | 0,502 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi | 0,943 | 5 | 0,685 | Normalidad |
| | Tratamiento con fertilizante mineral | 0,948 | 5 | 0,725 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 0,971 | 5 | 0,884 | Normalidad |
| Tamaño de hoja | Tratamiento testigo | 0,999 | 5 | 1,000 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi | 0,992 | 5 | 0,985 | Normalidad |
| | Tratamiento con fertilizante mineral | 0,860 | 5 | 0,228 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 0,903 | 5 | 0,427 | Normalidad |
| Altura | Tratamiento testigo | 0,852 | 5 | 0,201 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi | 0,951 | 5 | 0,742 | Normalidad |
| | Tratamiento con fertilizante mineral | 0,976 | 5 | 0,911 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 0,994 | 5 | 0,992 | Normalidad |
| Peso | Tratamiento testigo | 0,987 | 5 | 0,967 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi | 0,902 | 5 | 0,421 | Normalidad |
| | Tratamiento con fertilizante mineral | 0,956 | 5 | 0,777 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 0,957 | 5 | 0,787 | Normalidad |
| Número de hojas | Tratamiento testigo | 0,961 | 5 | 0,814 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi | 0,914 | 5 | 0,490 | Normalidad |

| | | | | | |
|--|--|-------|---|-------|------------|
| | Tratamiento con fertilizante mineral | 0,961 | 5 | 0,814 | Normalidad |
| | Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 0,821 | 5 | 0,119 | Normalidad |

Anexo 6: Pruebas ANOVA para cada indicador de la producción de lechuga

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|------------------|-------------------|----|------------------|--------|-------|
| Tamaño de raíz | Entre grupos | 211,890 | 3 | 70,630 | 17,922 | 0,000 |
| | Dentro de grupos | 63,055 | 16 | 3,941 | | |
| | Total | 274,944 | 19 | | | |
| Tamaño de hoja | Entre grupos | 20,038 | 3 | 6,679 | 4,002 | 0,027 |
| | Dentro de grupos | 26,700 | 16 | 1,669 | | |
| | Total | 46,738 | 19 | | | |
| Altura | Entre grupos | 44,437 | 3 | 14,812 | 4,514 | 0,018 |
| | Dentro de grupos | 52,500 | 16 | 3,281 | | |
| | Total | 96,938 | 19 | | | |
| Peso | Entre grupos | 9723,750 | 3 | 3241,250 | 21,699 | 0,000 |
| | Dentro de grupos | 2390,000 | 16 | 149,375 | | |
| | Total | 12113,750 | 19 | | | |
| Número de hojas | Entre grupos | 26,800 | 3 | 8,933 | 5,672 | 0,008 |
| | Dentro de grupos | 25,200 | 16 | 1,575 | | |
| | Total | 52,000 | 19 | | | |

Anexo 7: Prueba Post-Hoc de Tukey para analizar la eficiencia en el indicador tamaño de raíz.

| HSD Tukey ^a | | | |
|------------------------|---|------------------------------|---|
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| Tratamiento testigo | 5 | 17,7000 | |

| | | | |
|--|---|---------|---------|
| Tratamiento con fertilizante mineral | 5 | 19,4600 | |
| Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 5 | 19,9440 | |
| Tratamiento con Bocashi | 5 | | 26,3000 |
| Sig. | | 0,315 | 1,000 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000. | | | |

Anexo 8: Prueba Post-Hoc de Tukey para analizar la eficiencia en el indicador tamaño de hoja

| HSD Tukey ^a | | | |
|--|---|------------------------------|---------|
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| Tratamiento testigo | 5 | 22,5000 | |
| Tratamiento con fertilizante mineral | 5 | 23,1000 | 23,1000 |
| Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 5 | 24,2000 | 24,2000 |
| Tratamiento con Bocashi | 5 | | 25,1000 |
| Sig. | | 0,201 | 0,108 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000. | | | |

Anexo 9: Prueba Post-Hoc de Tukey para analizar la eficiencia en el indicador altura de la planta

| HSD Tukey ^a | | | |
|--|---|------------------------------|---------|
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| Tratamiento con fertilizante mineral | 5 | 22,3000 | |
| Tratamiento testigo | 5 | 22,9000 | |
| Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 5 | 24,1000 | 24,1000 |
| Tratamiento con Bocashi | 5 | | 26,2000 |
| Sig. | | 0,421 | 0,295 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000. | | | |

Anexo 10: Prueba Post-Hoc de Tukey para analizar la eficiencia en el indicador peso de la planta

| HSD Tukey ^a | | | | |
|--|---|------------------------------|--------------------------|----------|
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Tratamiento testigo | 5 | 460,0000 | 472,0000 493,0000 | 518,0000 |
| Tratamiento con fertilizante mineral | 5 | 472,0000 | | |
| Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 5 | | | |
| Tratamiento con Bocashi | 5 | | | |
| Sig. | | 0,432 | 0,066 | 1,000 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000. | | | | |

Anexo 11: Prueba Post-Hoc de Tukey para analizar la eficiencia en el indicador número de hojas

| HSD Tukey ^a | | | |
|--|---|------------------------------|--------------------|
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| Tratamiento testigo | 5 | 14,4000 | 15,4000 17,0000 |
| Tratamiento con fertilizante mineral | 5 | 15,4000 | |
| Tratamiento con Bocashi y fertilizante mineral | 5 | | |
| Tratamiento con Bocashi | 5 | | 17,2000 |
| Sig. | | 0,600 | 0,148 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000. | | | |

Anexo 12: Pruebas de normalidad para cada una de las características fisicoquímicas de la calidad del suelo de los tratamientos 0, 1, 3, y 4.

| Características fisicoquímicas | Shapiro-Wilk | | | |
|--------------------------------|--------------|----|-------|------------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Decisión |
| Ph | 0,866 | 4 | 0,282 | Normalidad |
| M.O | 0,953 | 4 | 0,735 | Normalidad |

| | | | | |
|-------------------|-------|---|-------|------------|
| P | 0,824 | 4 | 0,153 | Normalidad |
| K | 0,858 | 4 | 0,253 | Normalidad |
| N | 0,920 | 4 | 0,538 | Normalidad |
| CaCO ₃ | 0,897 | 4 | 0,415 | Normalidad |
| Al+3+H+ | 0,980 | 4 | 0,900 | Normalidad |

Anexo 13: T de Student para cada una de las características fisicoquímicas de los tratamientos empleados confrontados con el resultado fisicoquímico del bocashi

| Características Fisicoquímicas | Valor de prueba = 7.01 | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|----|------------------|----------------------|--|----------|
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| Ph | 0,100 | 3 | 0,927 | 0,03500 | -1,0771 | 1,1471 |
| | Valor de prueba = 2.04 | | | | | |
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| M.O | - 0,912 | 3 | 0,429 | -0,23750 | -1,0666 | 0,5916 |
| | Valor de prueba = 20.8 | | | | | |
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| P | - 1,653 | 3 | 0,197 | -4,22750 | -12,3670 | 3,9120 |
| | Valor de prueba = 0.22 | | | | | |
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| K | 0,000 | 3 | 1,000 | 0,00000 | -0,1679 | 0,1679 |
| | Valor de prueba = 0.22 | | | | | |
| | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |

| | | | | | | |
|------------------------|------------|----|---------------------|-------------------------|---|----------|
| | | | | | Inferior | Superior |
| N | - 5,653 | 3 | 0,011 | -0,08750 | -0,1368 | -0,0382 |
| Valor de prueba = 1,58 | | | | | | |
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| CaCO ₃ | 3,453 | 3 | 0,041 | 2,47250 | 0,1935 | 4,7515 |
| Valor de prueba = 0.63 | | | | | | |
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| Al+3+H+ | - 1,160 | 3 | 0,330 | -0,05750 | -0,2152 | 0,1002 |

Anexo 14: Medición de pesos de Sustrato



Cuadros: Peso de Turba, Tierra Negra y Arena de Rio.

Anexo 15: Adecuamiento el sustrato a bolsas de maceta.



Cuadros: Se estimó un total de 20 bolsas con 3kg cada uno respectivamente.
30%Arena de Rio, 30%Tiera negra y 30% Turba.

Anexo 16: Preparación de Zona Bocashi



Cuadros: Se consideró 50 cm de altura y 1m2 de área para la elaboración de bocashi en piso con revestimiento de cemento.

Anexo 17: Medición de los insumos para bocashi



Cuadros: Se empleó: 16L de agua, 20 kg tierra ,25kg de poda húmeda.



Cuadros: Se empleó: 910g de cal agrícola, 60 kg salvado de arroz ,25kg de poda seca



Cuadros: Se empleó: 20kg de Estiércol humedo, 10kg de carbón ,760 gr de azúcar.

Anexo 18: Elaboración de bocashi.



Cuadros: Se comenzó la mezcla con el salvado de arroz seguido de la tierra.



Cuadros: Después se Añadió el carbón y molido del mismo



Cuadros: Posteriormente se Añadió la cantidad media de poda seca y cal agrícola, además se preparó la mezcla de: azúcar, levadura y agua.



Cuadros: Seguidamente se midió los 50 cm de altura y mezcla homogénea de todas las capas.



Cuadros: Se rego los 16 L de agua por todas las capas y mesclado homogéneo, para luego cubrir herméticamente la mezcla con plástico durante los primeros 3 días.



Cuadros: Se realiza medición y control de temperatura indicaba que el abono estaba bajando la temperatura de forma constante.



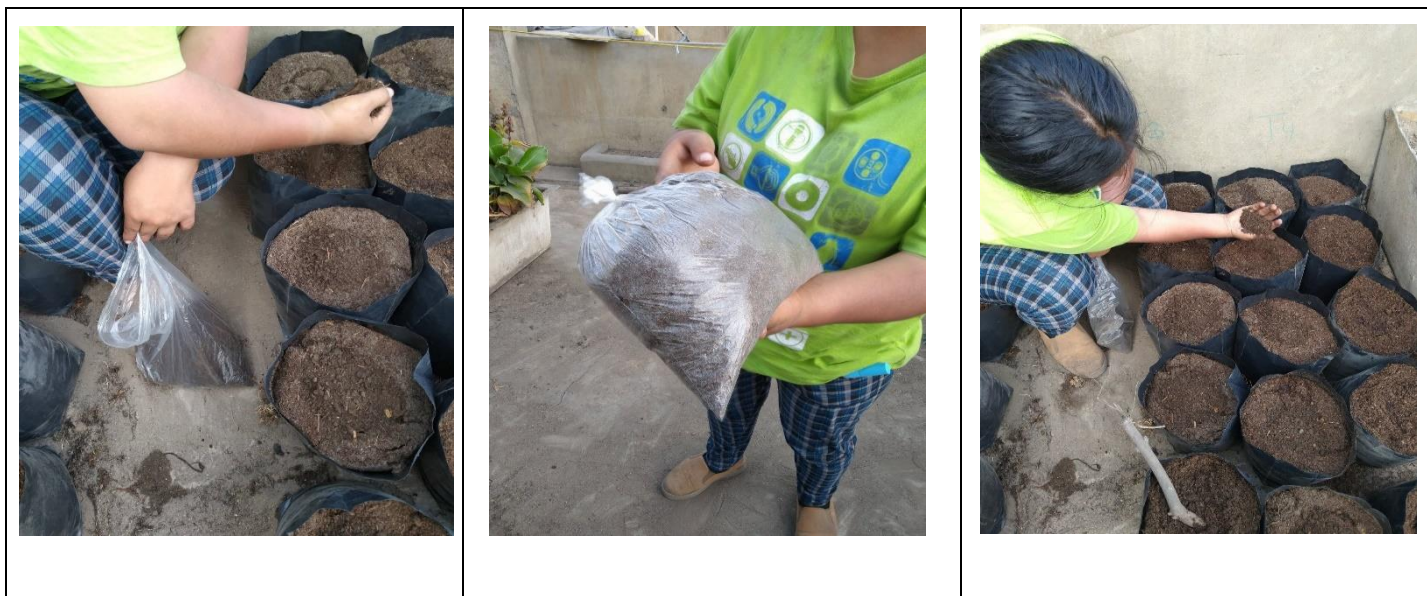
Cuadros: Llegando el día 15° se llenó el abono bocashi en costales de 25kg y se recogió 1 kg de muestra para su análisis de M.O. en el laboratorio de La Agraria – La Molina.

Anexo 19: Siembra y Germinación de Lechuga



Cuadros: Se escogió semillas de Lechuga crespa conjuntamente con arena de rio para su germinación.

Anexo 20: Adición de Abono Bocashi al T2



Cuadros: Se añadió el Bocashi para cada sustrato elaborado

Anexo 21: Trasplante de lechuga.



Cuadros: Se trasplanto la lechuga, con su semillero para no sufrir estrés hídrico.

Anexo 22: Adición de Fertilizante Foliar Nitrogenado al T3



Cuadros: Se aplicó Fertilizante Foliar Nitrogenado 40-10-10 en una solución de agua a 2L

Anexo 23: Adición de Benlate para combatir el hongo en la lechuga.



Cuadros: Se adiciono Benlate para combatir hongos en las lechugas.

Anexo 24: Crecimiento y Desarrollo de la lechuga

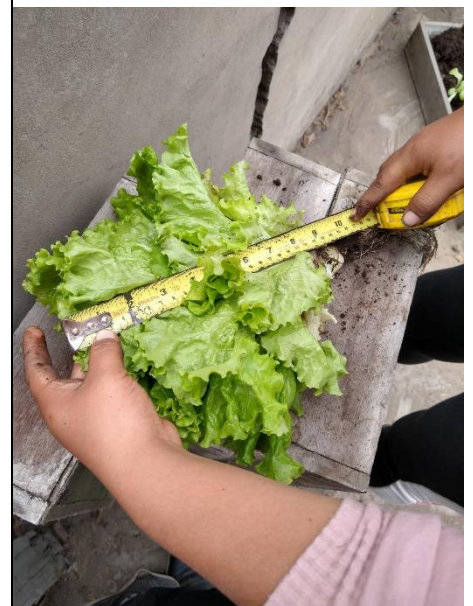


Cuadros: Crecimiento posterior al transporte y su desarrollo de lechuga.



Cuadros: Madures y crecimiento de la lechuga en la semana 9.

Anexo 25: Toma de Datos y medición de la lechuga.



Cuadros: Con ayuda de la wincha se realizó medias de raíz y altura.



Cuadros: Recolección de peso, conteo de hojas y tamaño de hoja.